

Lean Design versus tradisjonell prosjekteringstilnærming

Thea Sandnes Munthe-Kaas

Bygg- og miljøteknikk

Innlevert: juni 2015

Hovedveileder: Ola Lædre, BAT

Medveileder: Hallgrim Hjelmbrække, BAT
Jardar Lohne, BAT

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for bygg, anlegg og transport



Oppgavens tittel: Lean Design versus tradisjonell prosjekteringstilnærming	Dato: 10.06.2015 Antall sider (inkl. bilag): 79
	Masteroppgave <input checked="" type="checkbox"/> Prosjektoppgave <input type="checkbox"/>
Navn: Thea Sandnes Munthe-Kaas	
Faglærer/veileder: Ola Lædre	
Eventuelle eksterne faglige kontakter/veiledere: Hallgrim Hjelmbrække og Jardar Lohne (kun veiledere under utarbeidelsen av artikkelen)	

Ekstrakt:

I prosjektledelse har det tradisjonelt blitt lagt vekt på kostnad, tid og kvalitet, men flere vil hevde at hovedinteressen til en prosjektleder er å skape verdi for kunden. Nyere statistikk fra SSB viser en reduksjon i produktiviteten i bygge- og anleggsvirksomhet på 9%. Samtidig viser statistikken at produktiviteten i industrivirksomheten har steget over den samme perioden. Arbeidsmetoder som Lean Construction har i de senere årene blitt introdusert til den norske byggebransjen. Lean Construction kan defineres som en produksjonsstyringsbasert metode til prosjektlevering.

Hensikten med denne masteroppgaven er å undersøke om Lean Design kan øke verdiskapingen for kunden i et byggeprosjekt, basert på en undersøkelse av detaljprosjekteringsfasen. Forskningen er basert på en komparativ analyse av Kunsthøyskolen i Bergen (KHiB) og det nye Nasjonalmuseet for kunst, arkitektur og kultur (Nasjonalmuseet). KHiB implementerte Lean Design i detaljprosjekteringsfasen mens Nasjonalmuseet bruker en mer tradisjonell prosjekteringsmetode. Det er eksaminert karakteristiske trekk og fordeler ved de ulike metodene.

Det er blitt brukt en kvalitativ forskningsmetode. Oppgaven er basert på et litteraturstudie og case studier med intervjuer, dokumentasjonsstudie og observasjoner. Gjennom litteraturstudiet ble det identifisert at det var overaskende lite studier som samelignet tradisjonell prosjekteringsgjennomføring med Lean prosjekteringsgjennomføring i lys av verdiskaping.

I denne oppgaven er verdi evaluert fra to ulike perspektiver; en økning i bruksverdien for å maksimere konsumentoverskuddet og en økning i konsumentoverskuddet ved reduksjon av sløsing. Produktivitet er i denne oppgaven definert som en konstant verdi delt på innsatsfaktorer. En reduksjon av sløsing i prosessen, kan resultere i en økning i produktiviteten. En økning i produktiviteten vil påvirke verdien på prosjektnivå.

Fordelene funnet i KHiB med Lean prosjektering var en god planleggingsprosess, oppdelingen av prosjektet i ulike nivåer, arbeidspakker og "front-loading". Det var stor fokus på prosjekteringsfasen i form av tilgjengelige ressurser og tidsestimerting. I KHiB ble det observert et godt samarbeid, gruppearbeid og lagånd. Blandingen av fastpriskontrakt og timebetaling fungerte overaskende bra. Andre fordeler ved Lean var klar ansvarsdeling, tilstedeværelse av en beslutningstaker i form av eieren, transparens i prosjektet og det at teamet jobbet i en felles BIM-modell. Å lære fra tidligere erfaringer og kontinuerlig forbedring sto også sentralt.

I Nasjonalmuseet ble det kartlagt at måling av prosjektytelse og at det ikke var behov for noen opplæring av gjennomføringsmetoden blant prosjektdeltakerne, var fordeler i prosjektet.

Det konkluderes med at bruk av Lean i prosjekteringsfasen ser ut til å ha redusert sløsing i KHiB takket være fokuseringen på prosessen, samarbeid og planlegging. Verdikonseptet i sin hele forstand (inkludert brukerverdien) ble sjelden tatt i betraktning.

Videre arbeid i denne konteksten burde fokusere på den leverte verdien etter ferdigstillelse i form av brukerverdi og -fordeler. Dette kan gi en større forståelse av fordeler og ulemper ved bruk av Lean prosjektering versus tradisjonell prosjektering.

Stikkord:

1. Verdi
2. Prosjekteringsledelse
3. Lean Design
4. Produktivitet

Thea S. Munthe-Kaas

FORORD

Denne masteroppgaven er utarbeidet våren 2015 ved Institutt for bygg, anlegg og transport på Norges teknisk- naturvitenskapelige universitet (NTNU). Masteroppgaven er siste del av sivilingeniørstudiet innenfor bygg- og miljøteknikk og tilsvarer 30 studiepoeng. Den avsluttende oppgaven er skrevet innenfor hovedprofilen prosjektledelse.

Oppgaven har som formål å undersøke om Lean Design kan skape mer verdi for kunden i et byggeprosjekt basert på en eksaminering av detaljprosjekteringsfasen. Det er blitt utført en komparativ analyse av Lean Design versus tradisjonell prosjektering gjennom case studier av to ulike prosjekt.

Til forskjell fra en tradisjonell masteroppgave er denne oppgaven skrevet i artikkelform. Masteroppgaven er delt inn i tre deler bestående av prosessrapporten, selve artikkelen og vedlegg. Prosessrapporten sitt oppsett er basert på "Retningslinjer for prosessrapport" i Råd og retningslinjer for rapportskrivning ved Institutt for bygg, anlegg og transport. Prosessrapporten er ikke et selvstendig dokument og må sees i sammenheng med artikkelen. Det er brukt samme layout i prosessrapporten og i artikkelen. Layoutet til artikkelen er regulert av International Group of Lean Construction (IGLC).

Jeg vil takke alle som har bidratt i dette arbeidet. En spesiell takk rettes mot intervjuobjektene fra Rambøll, Snøhetta, Statsbygg og Kleihues + Schuwerk. Til slutt ønsker jeg å takke Hallgrim Hjelmbrække, Jardar Lohne og Ola Lædre for et godt samarbeid, gode diskusjoner og assistanse gjennom hele prosessen.



Thea Sandnes Munthe-Kaas

10. juni 2015, Trondheim

SAMMENDRAG

I prosjektledelse har det tradisjonelt blitt lagt vekt på kostnad, tid og kvalitet, men flere vil hevde at hovedinteressen til en prosjektleder er å skape verdi for kunden. Nyere statistikk fra SSB viser en reduksjon i produktiviteten i bygge- og anleggsvirksomheten på 9%. Samtidig viser statistikken at produktiviteten i industrivirksomheten har steget over den samme perioden. Arbeidsmetoder som Lean Construction har i de senere årene blitt introdusert til den norske byggebransjen. Lean Construction kan defineres som en produksjonsstyringsbasert metode for prosjektlevering.

Hensikten med denne masteroppgaven er å undersøke om Lean Design kan øke verdiskapingen for kunden i et byggeprosjekt, basert på en undersøkelse av detaljprosjekteringsfasen. Forskningen er basert på en komparativ analyse av Kunsthøyskolen i Bergen (KHiB) og det nye Nasjonalmuseet for kunst, arkitektur og kultur (Nasjonalmuseet). KHiB implementerte Lean Design i detaljprosjekteringsfasen mens Nasjonalmuseet bruker en mer tradisjonell prosjekteringsgjennomføringsmetode. Det er blitt eksaminert karakteristiske trekk og fordeler ved de ulike metodene.

Det er brukt en kvalitativ forskningsmetode. Først ble det utført et forstudie av KHiB med tre intervjuer og senere ble det gjennomført case studier av begge prosjekt. Det ble også utført et litteraturstudie. Artikkelen er basert på case studier med fem semi-strukturerte intervjuer, observasjoner og dokumentasjon studie. Gjennom litteraturstudiet ble det identifisert at det var overaskende lite studier som samelignet tradisjonell prosjekteringsgjennomførelse med Lean prosjekteringsgjennomførelse i lys av verdiskaping.

I denne oppgaven er verdi evaluert fra to ulike perspektiver; en økning i bruksverdien for å maksimere konsumentoverskuddet og en økning i konsumentoverskuddet ved reduksjon av sløsing. Produktivitet er i denne oppgaven definert som en konstant verdi delt på innsatsfaktorer. En reduksjon av sløsing i prosessen kan resultere i en produktivitetsøkning. En økning i produktiviteten vil påvirke kunde verdien på prosjektnivået.

Fordelene som ble funnet med Lean prosjektering i KHiB var en god planleggingsprosess, oppdelingen av prosjektet i ulike nivåer og arbeidspakker, og ”front-loading”. Det var stor fokus på prosjekteringsfasen i form av tilgjengelige ressurser og tidsestimering. I KHiB ble det observert et godt samarbeid, gruppearbeid og stor lagånd. Blandingen av fastpriskontrakt og timebetaling fungerte overaskende bra. Andre fordeler ved Lean var klar ansvarsdeling, tilstedeværelse av en eier beslutningstaker, transparens i prosjektet samt det at teamet jobbet i en felles BIM-modell. Å lære fra tidligere erfaringer og kontinuerlig forbedring sto sentralt. I Nasjonalmuseet var fordeler med gjennomføringsmodellen målinger av prosjektytelse og at det ikke var behov for noen opplæring av metoden blant prosjektdeltakerne.

Det konkluderes med at bruk av Lean Design i prosjekteringsfasen ser ut til å ha redusert sløsing i KHiB takket være en fokusering på prosessen, samarbeid og planlegging. Dette er positivt da det kan øke bevisstheten rundt gode prosesser og planlegging. Verdikonseptet i sin hele forstand var sjelden tatt i betraktning.

Videre arbeid i denne konteksten burde fokusere på den leverte verdien etter ferdigstillelse i form av brukerverdi og -fordeler. Dette kan gi en større forståelse av fordeler og ulemper ved bruk av Lean prosjektering versus tradisjonell prosjektering.

ABSTRACT

Project management have traditionally been concerned with cost, time and quality. Even so, many would argue that the prime concern for the project manager in a construction project is to create value for the client. Recent research from Statistic Norway shows 9% reduction of the productivity in the Norwegian construction industry over a time period from 1992 to 2012. In the same period there have been an increase in the productivity in the manufactory industry.

Working methods like lean construction have been introduced in the Norwegian construction industry. Lean construction can be defined as a production management based approach to project delivery.

The purpose of this paper is to determine if lean design can enhance value for the customer in a construction project, based on examination of the detail design phase. The study is based a comparative analysis of Bergen Academy of Art and Design (the academy) and the New Norwegian National Museum of Art, Architecture and Design (the museum). The academy implements lean design in the detail design while the latter uses a traditional project execution approach. It is examined the characteristics and the advantages of the two different approaches.

A qualitative research approach was used. It was conducted a pilot study of the academy with three interviews and a literature study. The article is based on case studies of the two projects with five semi structured open-ended interviews, documentation study and observations.

A knowledge gap found in the literature is there seams to be a surprisingly small amount of studies devoted to the comparison of traditional and lean design approaches in light of value creation.

In the paper value is assessed from two different perspectives; increase use value to maximise consumer surplus and increase consumer surplus by reducing waste. In this paper productivity is considered as the constant-in-place value divided by inputs. By reducing waste in the process, an increase in the productivity might be achieved. An increase in the productivity will affect the project output value.

Advantages with lean in the design phase found in the academy, was the dividing of the project into sequence of workloads, a good planning process and front-loading. There was high focus in the design phase on available resources and time relative to project size. Team spirit, good team work and collaboration was found to be superior in the academy. The mix of fixed price contract and paid by the hour worked well. Other advantages in the academy were clear responsibility distribution, the present of an owner decision-maker, transparency and working in a common BIM model. Focus on learning from mistakes and continuous improvement was central. In the museum the advantages were the measuring of project performance and that it was no need for education, amongst the project participants, of the used project execution model.

The paper concludes with that lean design seems to have reduced waste in the design phase in the academy due to the focus on process, collaboration and planning. This is noticed as promising because it might increase in the consciousness around excellent processes and planning. The total value concept where rarely considered.

Further research in this context should focus on delivered value, ex-post assessment of use value and benefits. This might give a broader understanding of advantages and disadvantages of lean design versus a traditional approach.

INNHOLDSFORTEGNELSE

FORORD.....	I
SAMMENDRAG	III
ABSTRACT	V
INNHOLDSFORTEGNELSE.....	VII
FIGURLISTE FOR DEL 1 – PROSESSRAPPORT	IX
TABELLISTE FOR DEL 1 – PROSESSRAPPORT	IX
TABELLISTE FOR DEL 2 – ARTIKKEL.....	IX
AKRONYMER.....	X
DEL 1 – PROSESSRAPPORT	1
PROSESSRAPPORT FRA ARTIKKELEN "LEAN DESIGN VERSUS TRADITIONAL DESIGN APPROACH"	2
1 INTRODUKSJON	2
1.1 TEMABAKGRUNN	2
1.2 PROBLEMSTILLING	3
1.3 MÅL.....	4
1.4 OMFANGSBEGRENSNINGER.....	4
2 GJENNOMFØRINGSPROSESS MED DATAINNSAMLING	5
2.1 FORSKNINGSDESIGN.....	5
2.1.1 Valg av forskningsdesign	5
2.2 FORSKNINGSMETODE.....	6
2.2.1 Valg av forskningsmetode	6
2.3 FORSKNINGSTILNÆRMING	6
2.3.1 Valg av forskningstilnærming	7
2.4 VALG AV METODE FOR DATAINNSAMLING.....	7
2.4.1 Litteraturstudie	7
2.4.1.1 Søkestrategi.....	7
2.4.1.2 Databaser, søkemotorer og søketeknikk	9
2.4.2 Case-studier.....	9
2.4.2.1 Intervjuer	10
2.4.2.2 Dokumentasjon studie	11
2.4.2.3 Deltakende observasjoner	12
2.5 EVALUERING AV FORSKNINGENS KVALITET	12
2.5.1 Relabilitet.....	12
2.5.1.1 Vurdering av primærdata.....	12
2.5.1.2 Vurdering av sekundærdata.....	13
2.5.2 Validitet.....	14
2.5.2.1 Begrepsvaliditet.....	14
2.5.2.2 Intern validitet.....	14
2.5.2.3 Ekstern validitet.....	14
2.5.3 Diskusjon av feilkilder og svakheter	14
2.6 ETISKE HENSYN OG VURDERINGER	15
2.7 TIDSPLAN FOR UTARBEIDELSE AV MASTEROPPGAVEN.....	15
2.8 GENERELLE VALG, OG BESLUTNINGSPROSESSEN UNDERVEIS	16
3 UBENYTTET DATA OG ARBEIDE	17
3.1 UTDYPING AV TEORI.....	17

3.1.1 Verdi.....	17
3.1.1.1 Investering i verdi.....	18
3.1.1.2 Verdi og Lean.....	19
3.1.1.3 Valgt definisjon av verdi.....	20
3.1.2 Produktivitet.....	21
3.1.2.1 Valgt definisjon av produktivitet.....	22
3.1.2.2 Produktivitetstmålinger fra Statistisk Sentralbyrå.....	22
3.1.2.3 Feilkilder i produktivitetsstatistikken fra Statistisk Sentralbyrå.....	22
3.1.3 Lean Design.....	23
3.1.3.1 Target Value Design.....	24
3.1.3.2 Set-Based Design.....	26
3.1.3.3 Choosing by Advantages.....	26
3.1.3.4 Value Stream Mapping.....	27
3.1.3.5 Last Planner System.....	28
3.1.4 Tradisjonell prosjekteringsgjennomføring.....	29
3.1.4.1 Prosjektmodell i Statsbygg.....	30
3.2 CASE STUDIENE – UTFYLLENDE INFORMASJON OM FUNN.....	31
3.2.1 Detaljprosjektering i Kunsthøyskolen i Bergen.....	31
3.2.1.1 Planleggingssystem.....	32
3.2.1.2 "Front-Loading".....	33
3.2.1.3 Samlokalisering og samhandling.....	33
3.2.1.4 Visuell planlegging og bygningsinformasjonsmodellering.....	33
3.2.1.5 Involvering av brukerne.....	34
3.2.1.6 Fokus på kontinuerlig forbedring.....	34
3.2.2 Detaljprosjektering i Nasjonalmuseet for Kunst, Arkitektur og Design.....	35
3.2.2.1 Planleggingssystem.....	35
3.2.2.2 Prosjektkontor.....	35
3.2.2.3 Samspeillet i Nasjonalmuseet.....	35
3.2.2.4 Bygningsinformasjonsmodellering og eRoom.....	36
3.2.2.5 Involvering av brukerne.....	36
3.2.2.6 Manglende fokus på forbedringer.....	36
4 UTDYPING AV DISKUSJON.....	37
4.1 FORDELER MED DE ULIKE METODENE I NASJONALMUSEET OG KHIB.....	37
4.1.1 Planlegging, front-loading og forsinkelser.....	37
4.1.2 Samhandling, ansvarsfordeling og transparens.....	38
4.1.3 Måling i prosjektene, forbedringer og brukerperspektivet.....	39
4.2 LEAN I KHIB – FOKUS PÅ PROSESSER.....	39
4.2.1 Diskusjon og forslag til videreutvikling av Lean i prosjektering.....	40
5 UTDYPING AV KONKLUSJON.....	41
6 VIDERE ARBEID.....	42
7 ARBEIDSFORDELING.....	43
8 REFERANSELISTE.....	44
DEL 2 – VITENSKAPELIG ARTIKKEL.....	47
LEAN DESIGN VERSUS TRADITIONAL DESIGN APPROACH.....	48
DEL 3 – VEDLEGG.....	I
<u>VEDLEGG 1</u> – A3 RAPPORT.....	II
<u>VEDLEGG 2</u> - INTERVJUGUIDE.....	IV
<u>VEDLEGG 3</u> – ENDRINGER I ARTIKKELEN ETTER TILBAKEMELDING FRA IGLC.....	VI
<u>VEDLEGG 4</u> – MASTERKONTRAKT.....	VIII

FIGURLISTE FOR DEL 1 – PROSESSRAPPORT

FIGUR 1, YIN (2013) SIN FRAMSTILLING AV CASE STUDIE FORSKNING; LINEÆR MEN ITERATIV PROSESS	10
FIGUR 2 TYNGDE AV ULIKE KILDER (BICHAO AND TILSETH, 2014).....	13
FIGUR 3 DEFINERING AV VERDISKAPENDE INVESTERING (SPENCER ET AL., 2002).....	18
FIGUR 4 LEAN KUNDEVERDI. KILDE: BASERT PÅ HINES ET AL. (2004) SIN TEORI OG FIGUR.....	19
FIGUR 5 ENDRING I PRODUKTIVITETEN, UTARBEIDET BASERT PÅ TALL FRA SSB (2015).....	22
FIGUR 6 PLANLEGGINGSPROSESSGRUPPEN (PMI, 2013).....	29
FIGUR 7 PROSJEKTMODELL STATSBYGG (STATSBYGG, 2015).....	30
FIGUR 8 KUNSTHØYSKOLEN I BERGEN	32
FIGUR 9 DET NYE NASJONALMUSEET FOR KUNST, ARKITEKTUR OG DESIGN	35

TABELLISTE FOR DEL 1 – PROSESSRAPPORT

TABELL 1 UTDRAG AV LOGGFØRINGEN AV SØKET ETTER RELEVANT LITTERATUR	8
TABELL 2 OPPFATNING AV VERDI I LITTERATUREN	17
TABELL 3 FAKTA OM DET NYE NASJONALMUSEET FOR KUNST, ARKITEKTUR OG DESIGN & KUNSTHØYSKOLEN I BERGEN	31
TABELL 4 FORDELER MED GJENNOMFØRINGSMETODENE I DETALJPROSJEKTERING.....	37

TABELLISTE FOR DEL 2 – ARTIKKEL

TABLE 1 OVERVIEW OF THE DISTINCTIVE PROJECTS.....	52
TABLE 2 ADVANTAGES OF THE DIFFERENT APPROACHES	55

AKRONYMER

Akronymer	Betydning
ANS	Arbeidsnedbrytingsstruktur
AVE	Aktivetsvarighetsestimering
BA	Bygg og anlegg
BIM	Bygningsinformasjonsmodell/ Bygningsinformasjonsmodellering
CBA	Choosing by Advantages
CCD	Concurrent Design
CPM	Critical path method
IGLC	International Group of Lean Construction
KHiB	Kunsthøyskolen i Bergen
LPS	Last Planner System
PDCA	Plan, do check and act
PGK	Prosjekteringskoordinator
PMI	Project Management Institute
SBD	Set Based Design
SSB	Statistisk Sentralbyrå
TONE	Troverdighet, objektivitet, nøyaktighet og egenhet
TVD	Target Value Design
VSM	Value Stream Mapping

Del 1 – Prosesrapport

Prosessrapport fra artikkelen "Lean Design versus Traditional Design Approach"

Thea Sandnes Munthe-Kaas¹

1 INTRODUKSJON

1.1 TEMABAKGRUNN

Flere faktorer hadde innvirkning på valget av tema for den vitenskapelige artikkelen "Lean Design versus Traditional Design Approach".

Temaet i artikkelen tok utgangspunkt i prosjektoppgaven "Value Creation and Lean Design" som ble utarbeidet høsten 2014 i faget TBA4531 Prosjektledelse, fordypningsemne. Prosjektoppgaven og masteroppgaven ble skrevet i samarbeid med Rambøll. Forslaget om temaområdet Lean Design kom fra Svein Borgen, avdelingsleder for prosjekt- og byggeledelse i Rambøll, Oslo.

Konkretisering av oppgaven og ideer til vinkling ble gjort i samarbeid med Hallgrim Hjelmbrække, som foreslo å undersøke forskjeller og likheter til en såkalt tradisjonell prosjekteringsmetode med Lean Design.

I prosessen frem til konkretisering av temaområde og bestemmelse av hvilke prosjekt som skulle undersøkes, ble det også tatt hensyn til produktivitetsstatistikken for bygg- og anleggsvirksomhet fra SSB. Statistikken viste at det hadde vært en produktivitetsnedgang på 9% fra 1992-2012 i den norske byggebransjen. Det ble diskutert kort hva som kunne være årsaker til denne nedgangen og tiltak for å snu statistikken. Dermed ble det satt spørsmål om innføringen av Lean Design kunne ha en positiv innvirkning i et prosjekt og i bransjen generelt. En ide, som senere ble videreutviklet, var å sammenligne et prosjekt fra begynnelsen av 90-tallet (tradisjonell prosjektering) og et prosjekt der det ble brukt Lean Design. Det viste seg senere å være vanskelig å få tak i relevant data fra prosjektene på 1990-tallet. Etter grundigere eksaminering av produktivitetsstatistikken ble det lagt mindre vekt på denne. Det ble oppdaget at det var i hovedsak arbeidsproduktivitet som ble målt og i tillegg fantes det en rekke faktorer som kunne ha innvirkning på statistikken. Derfor ble statistikken vurdert til å være mindre egnet i forhold til ønsket vinkling på artikkelen, men heller brukt som en indikasjon på at byggebransjen har et stort potensiale for forbedring innenfor produktivitet.

Statsbygg har i de senere årene innført Lean Construction i enkelte av sine prosjekter. I Statsbyggprosjektet Kunsthøyskolen i Bergen (KHiB) brukes det Lean tilnærming i detaljprosjekteringen der Rambøll er rådgivende ingeniør for alle fag. KHiB er et pilot prosjekt innenfor Lean Design både for Rambøll og for Statsbygg. Derfor var det interessant å undersøke prosjektgjennomføringsmetoden på KHiB nærmere.

I forhold til mål med implementeringen av Lean i Rambøll, hevder Rambøll sin prosjekteringskoordinator i KHiB følgende "Rambøll ønsker å være en

¹ M.Sc., Institutt for bygg, anlegg og transport, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Trondheim, Norge, +47 924 80 494, theasand@stud.ntnu.no

samarbeidspartner for kunden slik at de realiserer sine mål. Rambøll har stor fokus på ledelse av tverrfaglige prosjekteringsoppdrag. Rambøll legger stor vekt på ressurseffektivitet, noe som ofte går på bekostning av flyteffektiviteten. Dette kan føre til problemer med å løse aktiviteter/ oppgaver/ oppdrag i tide (på lik linje med Rambølls konkurrenter). Rambøll ønsker å oppnå større flyteffektivitet gjennom bedre (mer effektiv) utnyttelse av ressurser, jobbe mer effektivt ved å fjerne sløsing i oppdrag og organisasjon, og etablere gode (Lean-) verktøy som supplerer Rambøll Project Management Modell (RPM).” Dette var også en grunn til at KHiB var et interessant prosjekt å undersøke.

I tillegg til studiet av KHiB ble det besluttet å undersøke det nye Nasjonalmuseet for kunst, kultur og design (Nasjonalmuseet) hvor det ble brukt en tradisjonell prosjekteringsmetode. Rambøll var også rådgivende ingeniør for alle fag i Nasjonalmuseet. Under utarbeidelsen av artikkelen (vår 2015) var inneværende fase i begge prosjektene, detaljprosjektering.

Verdi ble etter utarbeidelsen av prosjektoppgaven oppfattet som et sentralt tema innenfor Lean Design. Det å skape verdi for kunden ble også oppfattet som et viktig tema i prosjekteringsledelse generelt. Verdiskaping er blitt sett i sammenheng med produktivitet.

Det endelige temaområdet i artikkelen ble vinklet til hvordan Lean Design kunne skape verdi for kunden sett i sammenheng og målt opp mot tradisjonell prosjekteringsgjennomføringsmetode.

1.2 PROBLEMSTILLING

Problemstillingen bygger videre på problemstillingen i prosjektoppgaven. Problemstillingen ble utarbeidet i samarbeid med veilederne Hallgrim Hjembrekke og Jardar Lohne. Hovedproblemstillingen for artikkelen er som følger:

- Til hvilken grad kan Lean Design øke verdiskapingen for kunden i et byggeprosjekt, basert på en eksaminering av prosjekteringsfasen?

For å svare på denne problemstillingen ble det utarbeidet noen forskningsspørsmål i samarbeid med Hallgrim Hjembrekke og Ola Lædre.

1. Hva kjennetegner tradisjonell prosjekteringstilnærming og Lean Design?
2. Hva er fordelene med Lean Design vs. tradisjonell prosjekteringstilnærming?

Det har blitt utført små endringer på problemstillingen gjennom semesteret, men essensen har vært den samme. Problemstillingen har under hele prosessen gått ut på å sammenligne tradisjonell prosjekteringsgjennomføringsmetode med Lean Design knyttet opp mot verdiskaping for kunden.

1.3 MÅL

Målet med selve artikkelen var å gi en forståelse av hvordan Lean Design kan forbedre verdiskaping for kunden, i byggebransjen, basert på en undersøkelse av prosjekteringsfasen. Målet var også å finne ut om Lean Design faktisk utgjorde en stor forskjell i forhold til tradisjonell prosjekteringsmetode.

Et sentralt mål var også å utforme artikkelen av slik betydning at den blir publisert på International Group for Lean Construction (IGLC) sin konferanse i Perth 2015.

En personlig målsetting har vært å få en forståelse over hva Lean Design innebærer og få en større innsikt i hvordan bruken av Lean fungerer i praksis.

1.4 OMFANGSBEGRENSNINGER

Omfanget av artikkelen er blitt tilpasset både i starten og underveis i prosessen. Det ble tidlig bestemt at artikkelen skulle konsentrere seg om verdiaspektet knyttet opp mot Lean Design. Videre ble omfanget av artikkelen tilpasset etter det ble bestemt hvilke prosjekter som var aktuelle å forske på og hvilken del av prosjekteringsfasen som skulle undersøkes. Omfanget ble endret fra å omhandle hele prosjekteringsfasen til detaljprosjekteringsfasen på grunn av gjennomføringsmodellen i prosjekteringen. Lean Design ble kun benyttet i detaljprosjekteringsfasen i KHiB og derfor måtte også den samme fasen sammenlignes i Nasjonalmuseet.

På grunn av tidsbegrensninger ble det bare undersøkt to prosjekter. For å kunne generalisere funnene er det nødvendig med ytterligere forskning og undersøkelse av flere prosjekter.

Prosjektene var under gjennomførelse da innsamlingen av data foregikk. Det endelige svaret og sluttresultatene som følge av de forskjellige gjennomføringsmodellene kan ikke oppnås før etter en ferdigstilling av begge prosjektene.

Perspektivene i artikkelen er begrenset til prosjekteringsgruppen. Det var ønskelig å undersøke hvordan prosjekteringsgruppen stilte seg til verdikonseptet og verdispesifikasjonene etter en arkitektkonkurranse. Det er ikke tatt med synspunktet til brukerne i artikkelen.

I den eksisterende teorien omhandlende verdikonseptet i Lean, gis det et inntrykk av at Lean tar hensyn til verdiperspektivet til kunden på flere måter. I tidligere forskningsartikler fra IGLC, som omhandler Lean og verdiskaping, er det utvilsomt mest fokus på verdiskaping i form av redusering av sløsing (eng: waste) i prosessen. Når verdi er omtalt i denne artikkelen, er tas det hensyn til to ulike verdiaspekter; verdiskaping på prosjektnivå (ved redusering av sløsing) og verdiskaping for sluttbrukeren (bruksverdien, jf. kapittel 3.1.1.3). Det var ønskelig å undersøke om Lean Design kan bidra til verdiskaping annet enn bare en redusering av sløsing i prosessen.

2 GJENNOMFØRINGSPROSESS MED DATAINNSAMLING

I dette kapittelet er gjennomføringsprosessen med valgt forskningsdesign, forskningsmetode og forskningstilnærming beskrevet. Videre fremstilles valgt metode for datainnsamling med litteraturstudie og case-studier. Det fremlegges en evaluering av forskningens kvalitet og en refleksjon rundt etiske hensyn og vurderinger. Til slutt er det omtalt tidsplanen knyttet til utarbeidelsen av artikkelen og en redegjørelse for valg- og beslutningsprosessen underveis.

2.1 FORSKNINGSDESIGN

Forskningsdesign er en systematisk tilnærming til dataene (Bloomberg and Volpe, 2012). Yin (2013) definerer forskningsdesign som en plan der problemstillingene og hypotesene blir logisk knyttet sammen med relevant og praktisk empirisk forskning på en hensiktsmessig måte, for deretter å begrense ulike typer funn som fremkommer. Det kan altså karakteriseres som en overordnet plan for hvordan man skal gå frem for å løse en problemstilling/hypotese. For å sikre at problemstillingen blir besvart på en troverdig måte er det viktig med riktig forskningsdesign.

Det kan skilles mellom eksplorerende design, deskriptivt design og kausalt design (Kunnskapssenteret, 2014; Lewis et al., 2007). Eksplorerende design passer godt til forskning der det er uklare problemstillinger og man ønsker å undersøke hva årsaken til problemet kan være. Problemet er ofte dårlig forstått og det finnes lite teori om problemstillingen. I følge Lewis et al. (2007) er det i hovedsak tre måter å gjennomføre eksplorerende forskning:

- Utføre et litteraturstudie
- Intervjue ”eksperter” på området
- Gjennomføre et fokusgruppeintervju

Deskriptivt design vil være gunstig å bruke når problemet er strukturert, godt forstått og med relevant teori. Målet er ofte å kartlegge flere variabler og man undersøker hvilke årsaker som er mest sannsynlig og hvilke man kan utelukke. For kausalt design er det også gunstig med et godt strukturert og forstått problem. Til forskjell fra deskriptivt design, går kausalt design ut på å finne årsakssammenheng og om det er mulighet for å bevise årsaken til problemet. Det er sentralt å trekke kausale relasjoner ved å undersøke effekten av en eller flere uavhengige variabler.

2.1.1 Valg av forskningsdesign

Forskningsspørsmålet som analyseres i artikkelen oppfattes som komplekst da hensikten var å finne ut om Lean Design kan skape ekstra verdi for kunden sammenlignet med tradisjonell prosjekteringsgjennomføringsmetode, og hva årsaker til dette kan være. Det var behov for et fleksibelt forskningsdesign. Dette indikerte at et eksplorativt forskningsdesign ville være hensiktsmessig. Mangel på kunnskap om hvordan Lean Design fungerte i praksis førte til at dette var en fornuftig strategi for å nærme seg kjernen til problemstillingen. Ved å ha et fleksibelt forskningsdesign kunne forskningen endre retning etter hvert som ny informasjon ble tilgjengelig. Artikkelen kan betraktes som et initial studie for fremtidig forskning, da det er

planlagt videre forskning innenfor Lean Design ved Instituttet for bygg, anlegg og transport på NTNU.

2.2 FORSKNINGSMETODE

Det skilles i hovedsak mellom to forskjellige forskningsmetoder, kvantitativ - og kvalitativ metode.

Lewis et al. (2007) definerer kvantitativ metode som en datainnsamlingsteknikk eller dataanalysemetode som bruker eller generer numeriske data. Den kvantitative metoden er basert på noe som er målbart (kvantifiserbart). Bloomberg and Volpe (2012) hevder at felles for alle kvantitative strategier er samling og analysing av numeriske data til å forklare, forutsi og/eller kontrollere fenomener av interesse. Kvantitativ forskning brukes til å beskrive dagens tilstand, undersøke relasjoner og studere årsak-virkning fenomener (Bloomberg and Volpe, 2012).

Lewis et al. (2007) definerer kvalitativ metode som den datainnsamlingsteknikken eller dataanalysemetoden som bruker eller generer ikke-numeriske data. Metoden er basert på muntlig eller skriftlig informasjon. Bloomberg and Volpe (2012) hevder kvalitativ forskning er en bred tilnærming til studiet av sosiale fenomener. Videre hevder de at kvalitativ forskning er pragmatisk, fortolkende og basert på folk sine erfaringer. Denne metoden innebærer et fokus på utforskning, oppdagelse og beskrivelse. Innenfor den kvalitative forskningsmetoden identifiserer Bloomberg and Volpe (2012) ulike hovedtilnærmelser som case-studie, etnografi, fenomenologi, "grounded theory", narrativ forskning, hermeneutikk, aksjonsforskning og postmodernisme.

2.2.1 Valg av forskningsmetode

Valg av forskningsmetode er direkte knyttet til forskningsproblemet og -hensikten (Bloomberg and Volpe, 2012). I forbindelse med artikkelen er det valgt en kvalitativ forskningsmetode. En kvalitativ forskningsmetode var ansett som best egnet siden det var ønsket å få en dypere forståelse av prosjekteringsgjennomføringsmetodene sett fra prosjektdeltakerne sitt perspektiv. Det var heller ikke noen kvantitative data tilgjengelig fra KHiB siden det ikke ble gjennomført noen måling av prosjektet (jf. kapittel 4.1.3).

2.3 FORSKNINGSTILNÆRMING

Forholdet mellom teori og forskning kan betraktes i form av deduktive strategier og induktive strategier eller en kombinasjon av disse.

Lewis et al. (2007) hevder at ved en deduktiv tilnærming blir en klar teoretisk posisjon dannet før innsamlingen av data. Videre hevder de at denne tilnærmingen blir brukt som et grunnlag når man arbeider i en nytt og ukjent felt. I følge Bloomberg and Volpe (2012) blir denne typen studie gjennomført under kontrollerte situasjoner og vanligvis involverer de en form for før- og pre-testing. Det er liten mulighet for kreativitet utover den forhåndstrukturerte strategien. Bloomberg and Volpe (2012) påpeker at en deduktiv forskningstilnærming handler ofte om "ide testing" versus en induktiv forskningstilnærming som dreier seg mer om "ideskaping". I en induktiv tilnærming er studien basert på prinsippet om å utvikle teori etter at data har blitt samlet inn. I følge Lewis et al. (2007) kan denne tilnærmingen brukes i alle typer undersøkelser hvor målet er å støtte teorier eller etablere teoribasert kunnskap.

2.3.1 Valg av forskningstilnærming

Under utarbeidelsen av artikkelen heller forskningstilnærmingen mot en induktiv strategi, da en induktiv forskning foregår i naturlige sammenhenger og virkelige situasjoner studeres ettersom de naturlig utfolder seg. Det forskningsdesignede rammeverket ved en induktiv tilnærming gir rom for fleksibilitet og kreativitet (Bloomberg and Volpe, 2012). Lewis et al. (2007) hevder at en induktiv tilnærming er mindre opptatt av å generalisere funn. Denne tilnærmingen passet også til artikkelen da generalisering ikke var hovedfokuset.

2.4 VALG AV METODE FOR DATAINNSAMLING

Under dette kapitlet beskrives valgt metode for datainnsamling til artikkelen og hvorfor denne metoden er valgt. Det er blitt gjennomført et litteraturstudie og en case studie, med intervjuer og dokumentasjonsstudie samt observasjon, av to ulike pågående byggeprosjekter (vår 2015).

2.4.1 Litteraturstudie

Litteraturstudiet ble gjort i tråd med Bloomberg and Volpe (2012) sin tilnærming til utføring av et litteraturstudium;

1. Identifisere og hente litteratur
2. Gjennomgå og analysere litteraturen
3. Syntese: Skriv anmeldelse/kritikk av litteraturen
4. Utvikle det konseptuelle rammeverket

Gjennomgang av litteratur skal gi grunnlag for det konseptuelle rammeverket for forskningen, rettferdiggjøre studiet ved å finne konseptuelle hull i litteraturen og vise hvordan denne studien vil bidra til eksisterende kunnskap (Bloomberg and Volpe, 2012).

Det første litteraturstudiet ble først hovedsakelig utført som en del av prosjektoppgaven i faget TBA4531 Prosjektledelse, fordypningsemne, der hovedtema omhandler mye av det samme som i masteroppgaven. På denne måten fikk man en oversikt over de mest relevante forfatterne på temaet, og hvordan og hvor man skulle lete for å få den mest relevante litteraturen. Med det første litteraturstudiet som et grunnlag, var det lettere å evaluere ny litteratur senere.

Det meste av den brukte litteraturen ble identifisert senere under utarbeidelsen av artikkelen våren 2015. Det ble da utført et nytt litteraturstudium.

2.4.1.1 Søkestrategi

Litteraturen ble identifisert ved hjelp av databaser og søkemotorer på nettet eller etter tips om relevant litteratur gjennom medstudenter, veiledere og intervjuobjekter.

Under litteratursøket på internett, ble det utvalgt enkelte søkeord for å skaffe et overblikk på tilgjengelig litteratur over valgt tema. Søkeordene som ble brukt var både på norsk og engelsk, men i hovedsak på engelsk. Dette var fordi mye av litteraturen kun var tilgjengelige på engelsk. Etter hvert som det ble funnet og lest relevant litteratur, ble det oppnådd en større forståelse om temaet. Dette førte til at det ble lettere å legge vekt på gode ord under søkeprosessen og skjenne hvilken litteratur som var mest relevant.

Hovedstrategien for søket var;

1. Forstå og analysere problemstillingen
2. Definer parametere
3. Velge ut søkeord
4. Velge ut den mest egnede søkemotoren for det planlagte søket
5. Avgrense søket ved behov, ved hjelp av forskjellige søkefunksjoner
6. Evaluer kvaliteten på relevant litteratur
7. Loggføre søkeprosessen

Underveis ble søkingen loggført og det ble notert søkeord, søkemotorer, database, søkefunksjon, antall treff, relevans av forfatter, artikler som er funnet og antall sitering av kilden der det er relevant. Et utdrag av denne loggføringen er vist i tabellen på neste side.

Tabell 1 Utdrag av loggføringen av søket etter relevant litteratur

nr	Søkeord	Søke- motor	Søke- funksjon	Antall treff	Rel. for- fatter	Artikkel funnet	Sitert	Kommentar
11	lean design	Engineeri ng Village	forfatter Ballard	38	ja	ingen		
12	Lean design: Process, tools, and techniques + Ballard.	Google scholar		4730	ja	Lean project management, Glenn Ballard	117	Så over de øverste titlene for å finne relevante artikler. Må bruke en annen søkemotor for å begrense søket
13	lean design	BYBSYS ask		82		The Lean 3P advantage : a practitioner's guide to the production preparation process / Allan R. Coletta		Søkeord brukt for å ha et bredt søk.
14	lean design+ lean construction	BYBSYS ask		6		Construction project management : an integrated approach / Fewings, Peter		
15	lean construction	BYBSYS ask	forfatter Koskela	1	ja	Understanding and improving project based production		Koskela, Ballard og Howell sentrale forfattere innenfor lean construction
27	Lean knowledge management: the problem of value	google scholar		252 000	ja	Lean knowledge management: the problem of value, Koskela	6	Henvist til denne artikkelen i en annen artikkel

2.4.1.2 Databaser, søkemotorer og søketeknikk

BIBSYS Ask ble benyttet for å finne relevante bøker om temaet. BIBSYS Ask er en beholdningsdatabase for alle universitet, høyskoler og diverse fag- og forskningsbibliotek i Norge. Her kan man finne bibliotekets beholdning av bøker, tidsskrifter, konferanser, masteroppgaver, standarder, statistikk med mer, i elektronisk og papir form. Google Scholar ble også benyttet til å finne ønskede bøker.

For å søke opp tidsskriftartikler og artikler fra konferanser ble et brukt bibliografiske databaser. Under artikkelsøk i litteraturstudiet, ble det i hovedsak brukt siteringsdatabaser hvor det er mulig å finne ut hvor ofte artikkelen er sitert i senere arbeid. Dette kan gi en indikasjon på troverdighet og viktigheten av artikkelen. Noen databaser man kan bruke innenfor bygg og anlegg er Compendex, Iconda, Scopus og Google Scholar. Databaser som ble oppfattet som gode i forhold til det valgte tema var Compendex, Scopus og Google Scholar. Google Scholar kan benyttes hvis det oppstår usikkerhet rundt hvilken database som er best egnet, ved for eksempel tverrfaglige emner. Den dekker områder andre ikke dekker, men man får i tillegg mange treff og det kan være vanskelig å begrense søket. Google Scholar lagrer tidligere søk som kan påvirke nye søk. En mye brukt søkemotor under litteraturstudiet var Enigeering Village hvor man kan velge å søke i forskjellige databaser der i hovedsak Compendex var den mest relevante. Det ble benyttet kombinasjonssøk, fraser og avgrensinger for å justere søkene.

Det ble også søkt dirkete på IGLC sine nettsider for å finne tidligere artikler som er publisert på IGLC konferanser. Dette var for å få oversikt over den pågående diskusjonen innad i IGLC.

2.4.2 Case-studier

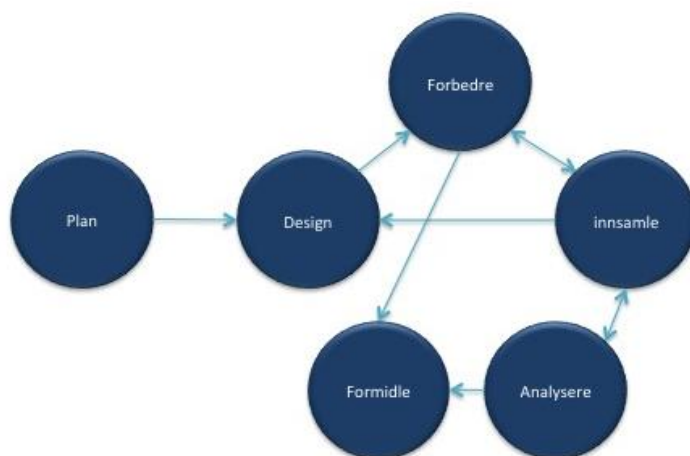
Forskningen som er gjennomført i forbindelse med denne masteren baserer seg på en multippel case studie bestående av to forskjellige store statlige prosjekter; Nasjonalmuseet for kunst, kultur og design og Kunsthøyskolen i Bergen (KHiB).

En case-studie er en form for kvalitativ forskningsmetode. Det er en intensiv beskrivelse og analyse av et avgrenset sosialt fenomen (eller flere sosiale fenomener), for eksempel tilsvarende en sosial enhet eller et system som et program, institusjon eller en prosess (Bloomberg and Volpe, 2012; Yin, 2013).

I følge Yin (2013) er en case studie en egnet metode å bruke dersom forskeren har lite eller ingen kontroll over adferds hendelser og studien fokuserer på et samtids (i motsetning til historisk) fenomen.

Det er valgt å bruke multippel case-studie som en metode for å samle inn data til artikkelen for å kunne eksaminere de to utvalgt prosjektene på en god måte. Artikkelen tar for seg hvert enkelt prosjekt og en sammenligning av begge prosjektene. Det var ønskelig å studere hvordan prosjektdeltakerne oppfattet gjennomføringsmetoden og hva som var sett på som styrker og svakheter med den enkelte metoden.

Bevismateriale til et case studie kan komme fra mange kilder, som for eksempel gjennom dokumentasjon, arkivmateriale, intervjuer, direkte observasjoner, deltakende observasjoner eller fysiske gjenstander (Yin, 2013). I de gjennomførte case studiene ble det betraktet som best egnet og hensiktsmessig å bruke intervjuer, dokumentasjonsstudie og deltakende observasjoner til generering av funn. De benyttede kildene er nærmere beskrevet i de påfølgende kapitlene.



Figur 1, Yin (2013) sin framstilling av case studie forskning; Lineær men iterativ prosess

2.4.2.1 Intervjuer

Det ble gjennomført totalt åtte intervjuer ved Nasjonalmuseet og KHiB til prosjektoppgaven og artikkelen sammenlagt.

Styrker med intervju som en datainnsamlingsmetode er ifølge Yin (2013) at de er målrettet og fokuserer direkte på hovedtemaet til case-studien. Intervju kan også være innsiktsfulle da de bringer forklaringer og personlige synspunkter. Videre trekker Yin (2013) frem at svakheter ved intervju er at de kan være misvisende grunnet dårlig formulerte spørsmål, ensrettede svar, unøyaktig grunnet dårlig tilbakekalling og refleksiv på grunn av at intervjuobjektet kan fortelle det intervjueren vil høre.

Høsten 2014 ble det gjennomført et forstudie på KHiB i forbindelse med prosjektoppgaven. Det ble utført tre intervjuer over telefon. Dette la et grunnlag til utarbeidelsen av forskningsspørsmålene til artikkelen i senere tid. Under utarbeidelsen av artikkelen ble det gjennomført fem semi-strukturerte intervjuer med varierende tidsbruk (fra 40 min. til 90 min.). Bruken av en semi-strukturert intervjumetode førte til at intervjuene foregikk relativt likt, men det var likevel en mulighet til å stille ekstra spørsmål til de enkelte intervjuobjektene ved behov.

Gjennomføringsstrategien for intervjuerne var å først utarbeide en intervjuguide som ble sendt ut til alle objektene noen dager før selve intervjuet. På denne måten hadde hver enkel informant mulighet til å forberede seg på spørsmålene. Alle intervjuene ble tatt opp og senere transkribert. Transkripsjonen av de enkelte intervjuene ble sendt ut i ettertid til intervjuobjektene slik at de hadde mulighet til å kommentere og rette sine egne uttalelser.

Prosjekteringsgruppekoordinatorerne fra Rambøll (i KHiB og Nasjonalmuseet) videreformidlet kontaktinformasjonen til de mest relevante intervjuobjektene til både forstudiet og senere case studiene. Intervjuobjektene var typisk ledere for de enkelte aktørene i prosjekteringsgruppen. I KHiB var intervjuobjektene prosjektsjefen fra Statsbygg, arkitektkoordinatoren for Snøhetta og prosjekteringsgruppekoordinator for Rambøll. I Nasjonalmuseet ble arkitektkoordinatoren for Kleihues + Schuwerk og prosjekteringsgruppekoordinator for Rambøll intervjuet. Det var også ønskelig å

intervjue prosjektlederen fra Statsbygg ved Nasjonalmuseet, men det ble ikke gitt noen respons på forespørselen om en gjennomføring av et intervju.

2.4.2.2 Dokumentasjon studie

Det ble gjennomført et dokumentasjonsstudie av KHiB. Yin (2013) hevder at i et case studie er den mest vesentlige bruken av dokumenter å bygge og argumentere bevis fra andre kilder.

Styrker ved å bruke dokumentasjon som kilde til funnmateriale er i følge Yin (2013) blant annet at et dokument er stabilt da det kan gjennomgås flere ganger. Et dokument er også spesifikt da det kan inneholde eksakte navn, referanser osv. og det kan være bredt i form av at det kan dekke et lengere tidsperspektiv, hendelser og settinger. Dette ble også opplevd som styrker knyttet til dokumentasjonsstudiet av KHiB. Yin (2013) nevner at svakheter med et dokumentasjonsstudie kan være at det er vanskelig å finne dokumenter, dokumenter kan bevist bli holdt tilbake og det kan være ensidig selektivitet hvis en samling av dokumenter er ufullstendig eller at det fremkommer ensidig rapportering i dokumentene. Derfor ble dokumentene i dette studiet i hovedsak brukt som et supplement til intervjuene.

Alle dokumentene som ble benyttet er innhentet gjennom intervjuobjektene. Fra KHiB ble det blant annet studert seks PowerPoint presentasjoner. Disse presentasjonene omhandlet;

1. Rambølls tilbud til Statsbygg og hvordan de ser for seg å jobbe med Lean prosjektering.
2. Lean prosjektplanlegging og gjennomføring utarbeidet av Porsche Consulting.
3. Lean prosjektering i KHiB, hvilke Lean prinsipper som har blitt brukt, hvordan de har valgt å dele inn prosjektet, hvordan planleggingen foregår og på hvilken måte de jobber (samlokalisering, felles ”mind-set” osv.).
4. Erfaringer med Lean prosjektering i KHiB.
5. En presentasjon om KHiB til byggedagene 2014 med fokus på hvordan prosjektet er oppdelt.
6. Lean prosjektering og hvordan Rambøll kan skape flyt i byggeprosjekter.

I tillegg til disse dokumentene er det blitt studert et en aktivitetsplan som ble brukt som et eksempel på hvordan en aktivitetsplan kan være bygget opp. Det er også blitt studert et notat utarbeidet av Statsbygg om Lean samhandling i prosjekterings- og byggefasen.

Power Point dokumentene ble brukt til å visualisere hvordan prosjektdeltakerne har jobbet med Lean i prosjekteringsfasen ved KHiB, da det var mange gode figurer og bilder som beskrev dette. Ved hjelp av disse dokumentene var det også lettere å forstå hvordan prosjektet ble brutt ned og delt inn i de ulike aktivitetene. Lean samhandlingsnotatet ble brukt til å forstå hva som Statsbygg la vekt på innenfor Lean metodologien. Notatet beskrev blant annet hensikter, mål og suksesskriterier for en Lean prosjektgjennomføring i KHiB. Dette ga en større innsikt i hva som Statsbygg fokuserte på innenfor Lean prosjekterings- og prosjektgjennomføring.

2.4.2.3 Deltakende observasjoner

Yin (2013) hevder at deltakende observasjon er en kilde til bevismaterialer ved et case studie. Yin (2013) identifiserer at styrkene ved deltakende observasjon er at det kan dekke handlinger i sanntid og sakens kontekst. Det kan også gi innsikt i mellommenneskelige atferd og motiver. Svakheterne er blant annet at det er tidkrevende og det er vanskelig å få en bred dekning uten et team av observatører. Andre svakheter er at handlinger kan være annerledes fordi de blir observert og det kan forekomme skjevhet på grunn av observatørens manipulering av hendelser (ved deltakelse).

Det har blitt gjennomført noe direkte observasjon i begge prosjekt. Gjennom sommerjobb i Rambøll sommeren 2014 var det anledning til å inspisere prosjektkontorene til begge prosjektene. Dette førte til en lettere innsikt i hvordan de to prosjektene var organisert og en indikasjon om hvordan prosjektdeltakerne jobbet. I KHiB ble det også gjennomført direkte observasjoner ved at den undertegnede var med på en prekvalifisering av et anbud og deltok under to møter, omhandlende prekvalifisering og kollisjonskontroll (eng: clash detection) i BIM-modellen.

2.5 EVALUERING AV FORSKNINGENS KVALITET

Ved evalueringen av forskningens troverdighet har det tradisjonelt blitt tatt hensyn til funnenes reliabilitet og validitet. Reliabiliteten og validiteten i denne oppgaven er blitt vurdert i henhold til Yin (2013) sine fire tester; reliabilitet, begrepsvaliditet, intern validitet og ekstern validitet.

2.5.1 Reliabilitet

Reliabilitet indikerer til hvilken grad dataanalyse prosedyrer eller samlings teknikker vil generere konsistente funn (Lewis et al., 2007). Det innebærer om funnene er pålitelige eller ikke.

Funnene besto både av primærdata og sekundærdata. Vurderingen av reliabiliteten til disse er utdypet under.

2.5.1.1 Vurdering av primærdata

Innhenting av primærdata ble i hovedsak gjort gjennom intervjuer, dokumentasjonsstudie og deltakende observasjon som er beskrevet under 2.4.2.1, 2.4.2.2 og 2.4.2.3.

Yin (2013) hevder at for å undersøke reliabiliteten til et case studie er det nødvendig å demonstrere at gjennomføringen av forskningen, for eksempel datainnsamlingsteknikkene, kan repeteres samtidig som de samme resultatene oppnås. Ved en vurdering av reliabiliteten til primærdataene kan de tre følgende spørsmålene tas i betraktning;

1. Vil undersøkelsene gi samme resultater ved andre anledninger?
2. Vil lignende observasjoner oppnås av andre observatører?
3. Er det transparens i hvordan meningen ble frembrakt av rådataene?

Gjennomføringen av pilot studiet i prosjektoppgaven førte til at undertegnede fikk mer erfaring med å utforme intervju spørsmålene og mer erfaring med hvordan

intervjuobjektene responderte på spørsmålene. Disse erfaringene ble senere brukt i nye intervjuer.

Det at det hadde allerede blitt gjennomført et case studie av KHiB under arbeidet med prosjektoppgaven, innvirket positivt på reliabiliteten. Temaet var det samme i begge case studiene av KHiB, men i case studie nummer 2 var temaet mye grundigere eksaminert. Fra et overordnet perspektiv fantes det ingen betydelige forskjeller i funnene fra disse to case studiene. Etter gjennomføring av 2. case studium av KHiB ble det konkludert med at reliabiliteten var god.

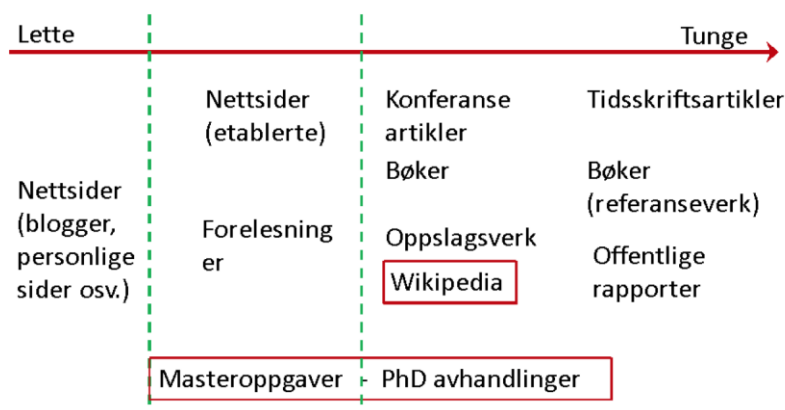
Siden det bare ble gjennomført et case studie av Nasjonalmuseet var det vanskeligere å vurdere reliabiliteten til disse funnene. Noe som indikerte at reliabiliteten var bra i både case studiet av Nasjonalmuseet og KHiB, var at det ble gjennomført flere intervjuer med representanter fra de forskjellige interessegruppene og de fleste svarene gikk igjen. Intervjuobjektene oppfattet arbeidet med den benyttede gjennomføringsmodellen relativt likt. Det å ha flere intervjuobjekter med ulik bakgrunn førte likevel til at man også fikk flere synspunkt og sett ulike sider av samme sak.

2.5.1.2 Vurdering av sekundærdata

Som sekundærdata ble det brukt teoretiske kilder. Vurderingen av sekundærdata gikk derfor i hovedsak ut på kildekritikk.

Under en kildeevaluering var det vesentlig å se på troverdighet til kilden, objektivitet, nøyaktighet og egnethet (TONE). Det ble lagt vekt på tidsskrifttittel, forfatter, publiseringsdato, forlag, for hvem informasjonen ble publisert og hvorfor den ble publisert.

Kilder som ble ansett som lettvektig var personlige nettider, etablerte nettsider og forelesninger. Mer tungvektige kilder var for eksempel konferanseartikler, oppslagsverk, bøker, tidsskriftartikler og offentlige rapporter. Dette er illustrert av figuren under.



Figur 2 Tyngde av ulike kilder (Bichao and Tilseth, 2014)

Under evalueringen ble kilden også sett i sammenheng med hvilke søkemotor som ble anvendt. Internett er en stor informasjonskilde der det finnes enorme informasjonsmengder. Siden det i teorien kan være hvem som helst som publiserer informasjon på nett, stilles det høyere krav til kildekritikk. For eksempel ved bruk av kilder funnet i Google Scholar kan usikkerhet rundt kvalitet være større enn ved kilder funnet i Compendex. Ved publisasjon gjennom seriøse forlag er ofte kilden

kvalitetssikret av en redaksjon. For å evaluere om en kilde er utdatert eller ikke, ble publiseringsdato sett i sammenheng med innholdet av kilden.

2.5.2 Validitet

Når Lewis et al. (2007) refererer til validitet, blir det vektlagt om funnene virkelig er hva de fremstår som. Validitet handler om samsvar mellom virkelighet og tolkning. Yin (2013) trekker frem tre typer validitet som begrepsvaliditet, intern validitet og ekstern validitet, og måter disse kan testes på.

2.5.2.1 Begrepsvaliditet

Begrepsvaliditet er validitet for data underbygget gjennom testing av hypotese som på forhånd anses holdbar (UiB, 2015). En måte å evaluere begrepsvaliditet er i følge Yin (2013) å identifisere riktig operasjonelle tiltak for konseptet som studeres. Begrepsvaliditeten ble i dette tilfellet styrket ved at det ble brukt flere kilder til funnene, som intervju, dokumentasjonsstudie og noe observasjon.

2.5.2.2 Intern validitet

Intern validitet innebærer at det som måles må ha relevans og være gyldig for problemstillingene som undersøkes (Yin, 2013). Altså handler intern validitet om å undersøke om de resultatene som kommer frem er riktige. Testing av intern validitet er egnet for kausale studier og mindre egnet ved eksplorative studier som det er i dette tilfellet (jf. kapittel 2.1.1) (Yin, 2013). Selv om det er vanskelig å teste den interne validiteten, oppfattes den interne validiteten som god. Dette er blant annet grunnet ved at det ble utført en åpen tilnærming til intervjuene som førte til gode samtaler med mye refleksjon fra informantene sin side. Det ble sørget for at informantene fikk sagt det som de anså som viktigst. Responsen fra de ulike aktørene er også sammenlignet. Under datainnsamlingen har det hele tiden vært fokus på forskningsspørsmålet og problemstillingen.

2.5.2.3 Ekstern validitet

Ekstern validitet vedrører om resultatene av en studie er generaliserbare utover studien og uavhengig av forskningsmetode (som for eksempel case studie, eksperimenter, spørreundersøkelse og lignende) (Yin, 2013). Ved bruk av kvalitative metoder mister man muliggjørelsen av statistiske beregninger, noe som ville gagnet generaliserbarheten. Alle valg har vært gjennomtenkte for å kunne gi en betydningsfull styrke for generaliserbarheten, men det er likevel vanskelig å fastslå om resultatene som påvises gjenspeiler et generelt mønster ved de to forskjellige prosjekteringsgjennomføringsmetodene. For å styrke den eksterne validiteten burde det undersøkes flere prosjekt.

En indikasjon på ekstern validitet er at flere funn i resultatene samsvarer med teorien og dette tilsier at resultatene bør være gyldig for andre prosjekter også.

2.5.3 Diskusjon av feilkilder og svakheter

Det vil alltid være en viss risiko for at det finnes feilkilder under utføring av forskning. Feilkilder knyttet til sekundærdata er diskutert ovenfor, da litteraturen er evaluert i tråd med ”TONE” – prinsippene. Generelle styrker og svakheter med kildene for innsamling av bevismateriale er beskrevet i kapittel 2.4.2.1, 2.4.2.2 og 2.4.2.3.

Det er av ekstra betydning å være oppmerksom på feilkilder når resultatene er avhengig av et begrenset antall respondenter, som tilfellet har vært i denne forskningen. For å avverge påvirkning av intervjuobjektene ble det utarbeidet objektive og åpne spørsmål, og det ble unngått ledende spørsmål. Dette sikret at intervjuobjektene ikke ble påvirket av andres tankesett, men kunne uttrykke frie meninger.

En feilkilde knyttet til forskningens kvalitet er at prosjektlederen fra Statsbygg ved Nasjonalmuseet ikke ble intervjuet, da han ikke var å få tak i. Dermed fikk man ikke Statsbygg sitt syn på prosjekteringsmetoden og verdiskapingen for kunden i Nasjonalmuseet. En annen feilkilde er at KHiB er blitt mye grundigere eksaminert med et pilot studie, dokumentasjonsstudie og observasjoner i tillegg til intervjuer, mens Nasjonalmuseet er hovedsakelig studert gjennom intervjuer. Dette førte til en liten skjevhet i fordeling av informasjon om de to ulike prosjektene. Grunnen til at det ble slik var delvis fordi det var nødvendig å eksaminere Lean Design gjennomføringsmetoden grundigere. Dette var fordi Lean Design er en nyere metode og forfatterne hadde generelt mindre kjennskap til denne metoden enn tradisjonell prosjekteringsgjennomføring.

2.6 ETISKE HENSYN OG VURDERINGER

Det har vært essensielt å vurdere etikk underveis i forskningen. Sentrale forskningsetiske prinsipp er frivillighet og konfidensialitet for den informasjonen informantene gir. Siden artikkelen skal publiseres offentlig er det, både av forskningsetiske og juridiske grunner, av betydning at informasjonen er anonymisert. Det er lagt vekt på at informantene ikke skal gjenkjennes og verken navn, kjønn, dialekt eller alder kommer frem i artikkelen. Der er referert til hvilken aktør og firma som uttaler hva, i form av byggherren Statsbygg, arkitekten Snøhetta og rådgivende ingeniør Rambøll, siden dette ble ansett som relevant informasjon og betydning for forståelsen av resultatene.

Alle utførte intervju har vært frivillige fra intervjuobjektene sin side. Intervjuobjektene ble på forhånd informert om hensikten med datainnsamlingen. Informantene har vært engasjerte og ivrige etter å dele sin kunnskap og vist stor åpenhet. Alle informantene har fått tilsendt transkripsjon av intervjuene hvor de har hatt mulighet til å rette sine uttalelser.

Til slutt vil det påpekes at alle funn og konklusjoner er dannet på grunnlag av undertegnede forståelse og tolkninger, og artikkelen representerer i så måten verken informantene eller Norges Teknisk-Naturvitenskaplig Universitet som institusjon.

2.7 TIDSPLAN FOR UTARBEIDELSE AV MASTEROPPGAVEN

Arbeidet med artikkelen ble delvis styrt av frister gitt av IGLC. Nøkkeldatoer under utarbeidelsen var som følger;

- 10. Januar Innsending av ”Abstract” (artikkelsammendrag) til IGLC
- 15. Januar Uttak av master NTNU
- 15. Mars Innlevering av 1. utkast av artikkelen til IGLC
- 28. Mai Innlevering av endelig artikkel til IGLC
- 10.juni Innlevering av master NTNU

Til 1. utkastet ble alle undersøkelser og intervjuer gjennomført. Etter alle intervjuene var gjennomført begynte arbeidet med å sortere funnene. Først ble alle intervjuene transkribert og sent ut til informantene slik at de eventuelt kunne rette opp i sine egne uttalelser. Alle intervjuene ble deretter gjennomgått og det ble utformet en tabell hvor all informasjonen ble sortert etter prosjekt og relevante ”emner”. Emnene som ble satt opp var blant annet arbeidsmetode, programvare, arbeidsmiljø, utfordringer i designfasen knyttet til metode osv. På den måten ble det utformet en oversikt over hvordan designfasen ble gjennomført i henhold til enten Lean Design eller tradisjonell prosjektering, og hvordan informantene reflekterte over selve prosjekteringsprosessen. Ut i fra denne tabellen ble de viktigste funnene trukket ut og tatt med i artikkelen.

Etter innlevering av 1. utkastet ga IGLC en evaluering på artikkelen. Ut i fra tilbakemeldingen var det noen ting som måtte rettes opp. Den første kritikken gikk i hovedsak ut på definere hensikten i samsvar med resultatene, definere tydelig hvilket konsept av verdi og produktivitet som brukes i artikkelen og lage en tabell til funnene. Den andre kritikken gikk ut på om det var noen målbar forskjell i de to prosjektene, klarhet i bruk av verktøy i KHiB og planen for fremtidig forskning. En oversikt over endringer som er gjort i artikkelen for å adressere tilbakemeldingen fra IGLC er lagt ved i Vedlegg 3. Artikkelen var akseptert med mindre revisjon.

2.8 GENERELLE VALG, OG BESLUTNINGSPROSESSEN UNDERVEIS

Det blir redegjort for mindre valg som er tatt i forbindelse med utføringen av denne oppgaven generelt gjennom hele prosessrapporten. I dette kapittelet er det reflektert kort rundt de mest essensielle valgene som har blitt tatt underveis i prosessen.

Det ble valgt å gjennomføre et masterarbeid der målet var å utarbeide en vitenskapelig artikkel for internasjonal publisering i stedet for å skrive en tradisjonell masteroppgave. Dette valget ble tatt fordi det virket både utfordrende og spennende å utarbeide en vitenskapelig artikkel, da undertegnede ikke hadde noen erfaring med dette fra før. Det å få anledning til å publisere en internasjonal artikkel ble dessuten sett på som en stor mulighet.

Forfatter nummer to plantet ideen om å gjennomføre masteroppgaven i en artikkelform. Forfatter nummer tre ble valgt å ta med tidlig i prosessen fordi han kunne bistå med god hjelp til å bedre språket i artikkelen. Han hadde også en del erfaring med artikkelutforming fra før. Forfatter nummer 4 ble valgt å ta med på slutten av prosessen etter utarbeidelsen av 1.utkastet. Dette var fordi han kunne bidra med råd som ga en bedre struktur i artikkelen og han kunne bidra med økonomisk støtte fra NTNU.

Det ble valgt å endre artikkelen i tråd med tilbakemeldingene fra IGLC for å få et bedre sluttprodukt og for å øke sjansen for at artikkelen blir publisert på IGLC sin konferanse i Perth 2015.

3 UBENYTTET DATA OG ARBEIDE

Et viktig moment i utarbeidelsen med artikkelen har vært å holde artikkelen innenfor 10 sider. Det var avgjørende å kun ta med den mest relevante teorien og –resultatene, for ikke å overskride de gitte begrensingene. Dette førte til at det ble kuttet mye ned på teorien fra litteraturen, og resultatdelen ble kraftig komprimert. I dette kapitlet er det beskrevet supplerende litteratur til teoribiten i artikkelen og en utdyping av funnene.

3.1 UTDYPING AV TEORI

Dette kapitlet presenterer en utdyping og/eller et supplement til de forskjellige temaene beskrevet i teoridelen i artikkelen; verdi, produktivitet, Lean Design og tradisjonell prosjekteringsgjennomføringsmodell.

3.1.1 Verdi

I litteraturen er det funnet flere definisjoner av verdi med forskjellig forståelse. I dette kapitlet er det tatt med ulike definisjoner av verdi, som er bakgrunnen for verdioppfatningen i artikkelen. Det er også beskrevet hvordan verdi forstås sett i sammenheng med Lean metodikken. Kapitlet må sees i sammenheng med verdikapitlet i artikkelen.

Tabell 2 Oppfatning av verdi i litteraturen

Forfatter	Oppfatning av verdi
Kelly et al. (2004)	Verdi er definert som; $verdi = \frac{funksjon}{kostnad}$. De tar prosjektets målbare leveranser inn til betraktning.
Fewings (2013)	Hvis kostnaden er redusert og funksjonen er opprettholdt, øker verdien. Han hevder videre at verdi kan også maksimeres hvis kostnaden er den samme og funksjonen øker eller en kombinasjon av disse to.
Emmitt and Ruikar (2013)	Verdi er et mål på den reelle avkastningen som er oppnådd etter forbruket av ressurser.
Womack and Jones (2003)	Bare kunden kan definere verdi. De påpeker at verdien bare er meningsfylt når det uttrykkes i form av et bestemt produkt som tilfredsstillende kundens behov på et bestemt tidspunkt til en bestemt pris.
Bowman and Ambrosini (2007)	De ser på verdi for kunden som forbrukeroverskudd eller "verdi for pengene". På denne måten er det skilt mellom hvordan kunden forstår verdi og den faktiske prisen. Forskjellige kunder verdsetter ulike ting og derfor vil verdi oppfattes på forskjellige måter. Verdi genereres når kostnadene reduseres ved å eliminere unødvendige funksjon, i stedet for ved å redusere størrelsen på plass eller graden av ferdighet.

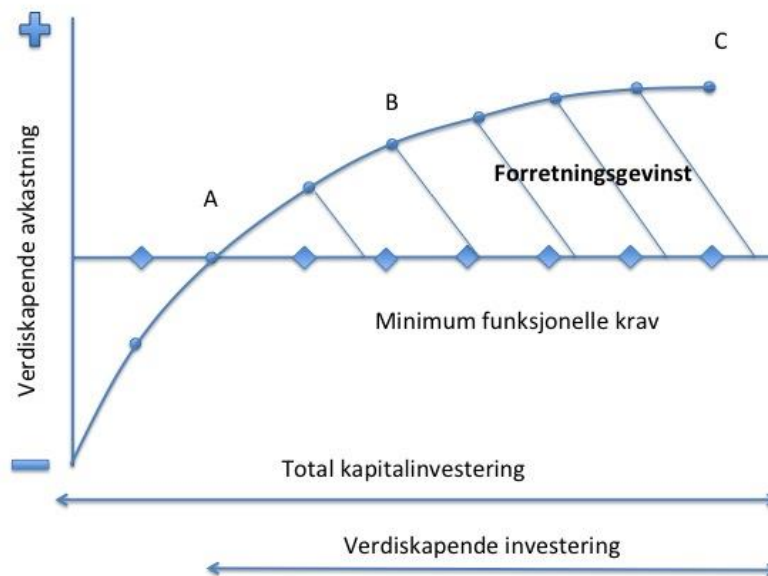
Ut i fra dette kan det forstås at verdi er et kompleks konsept.

Hjelmbrekke and Klakegg (2013); Kaplan and Norton (1995) er av den oppfatningen at den langsiktige vekststrategien i en bedrift er avhengig av økt kunde verdi. Nye markeder er vunnet ved å utnytte innovasjon og kundeadministrasjon. Å være produktiv er relatert til evnen selskapet har til å forbedre kostnadsstrukturer og effektive driftsprosesser. De hevder videre at lærings-

og vekstperspektivet driver implementeringen av strategi. Hjelmbrekke and Klakegg (2013) fremhever at det er en grunnleggende konflikt mellom leverandør og brukerne i et byggeprosjekt. Oppfatningen av verdi kan variere fra hver interessent i prosjektet. Kunden ønsker å optimalisere verdiskapningen vedrørende utfallet av prosjektet. Samtidig forventes prosjekter å ha et strategisk mål som øker bedrifters ytelse. Partene i prosjektet vil prøve å optimalisere forholdet mellom gunstig avkastning innhentet fra sitt ressursforbruk. Hjelmbrekke and Klakegg (2013) hevder at disse interessene vil bestemme posisjoner og motivasjonen til aktørene. For å oppnå et mer vellykket prosjekt bør det opprettes verdi i prosjektet samtidig som det skapes verdi for kunden.

3.1.1.1 Investering i verdi

Spencer et al. (2002) hevder at fra et kundeperspektiv kan en bygning gi betydelig avkastning på investeringen, men for å fremme dette må bygningen bli sett på som en ressurs som eksisterer til å gjøre det lettere for kunden å nå sine mål. De påpeker videre at en investering i designet vil føre til at bygningen vil nå minimumskravet til funksjonell ytelse, og kunden må deretter vurdere merverdien som kan høstes fra en ytterligere investering. Dette er illustrert av figuren under.



Figur 3 Definerer av verdiskapende investering (Spencer et al., 2002)

For en gitt investering, punkt A, får kunden en bygning som møter minimum funksjonskrav til ønsket formål. Investeringer som ligger til venstre for punkt A vil ikke imøtekomme minimum funksjonskrav. Investeringer til høyre for punkt A (punkt B) vil tilby ytterligere forretningsfordeler og verdiskapningen vil være over de funksjonelle minimumskravene. Forretningsgevinsten vil flate ut ettersom mindre nytte er høstet av en bedrift for en gitt input, som vises i punkt C.

3.1.1.2 Verdi og Lean

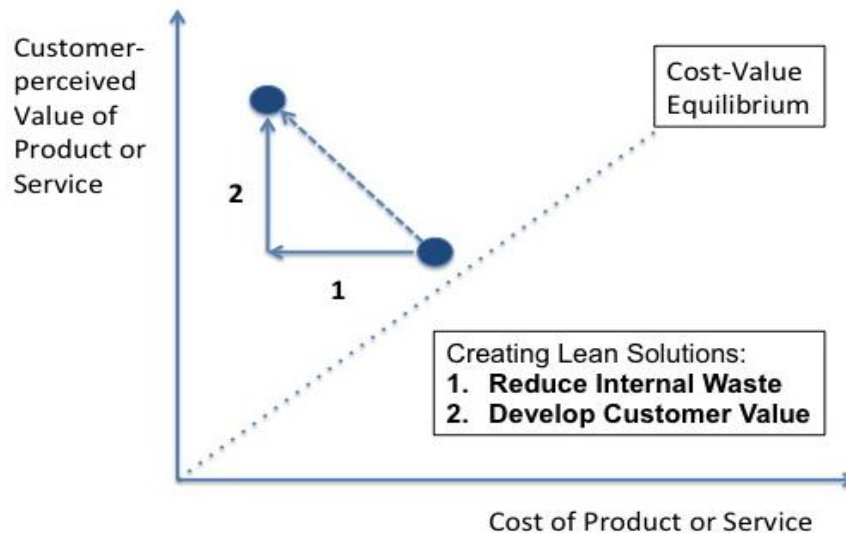
Lean Construction fokuserer på å eliminere sløsing og skape verdi gjennom hele byggeprosessen (Womack and Jones, 2003). Lean Construction legger også vekt på lave kostnader, færre forsinkelser, mindre usikkerhet, atskilligere effektive bygningen/fasiliteter og høyere brukertilfredshet (Forbes and Ahmed, 2011).

CIOB (2010) hevder at verdi kan bli tilført gjennom hele utviklingsprosessen gjennom bedre design, en forbedret prosess, mindre sløsing, mye material valg, reduksjon i transport kostnader og mer effektive bygninger.

Koskela (2000) identifiserer tre hovedårsaker til en reduksjon av verdi for prosjektkunden. Årsakene var verditap forårsaket av dårlig/mangelfull prosjektledelse, verditap grunnet mangelfull prosjektering og verditap knyttet opp mot byggingen. I TFV-teorien (transformasjon, flyt og verdiskapning) er teorien om produksjonskrav knyttet til kundenes behov som kontrollerer produksjonsvirksomhet. Kravene omfatter flere aspekter som må være oppfylt. Produksjonsaspekter kan være kvalitet, pris, tid, funksjon, etikk etc. Disse aspektene kan knyttes til den aktuelle kundens oppfatning av verdi. Kunde krav kan være uklare begreper som må tas stilling til gjennom hele livssyklusen i et byggeprosjekt.

Hines et al. (2004) hevder at Lean har utviklet seg fra å ha fokus på en redusering av sløsing i prosessen til et fokus på kunde verdi. Hines et al. (2004) identifiserer at;

1. Verdi skapes når intern sløsing er redusert, når unødvendige aktiviteter og tilhørende kostnader er redusert, øker den samlede verdiskapingen for kunden.
2. Verdi kan også økes hvis flere funksjoner eller tjenester som er verdsatt av kunden tilbys.



Figur 4 Lean kunde verdi. Kilde: Basert på Hines et al. (2004) sin teori og figur

I følge Björnfort and Sardén (2006) kan kunden representere forskjellige aktører som brukerne, prosjekteieren, samfunnet osv. Disse aktørene kan verdsette forskjellige ting til forskjellig tid, gjennom hele bygningslivssyklusen. Dette kan for eksempel være kapital verdi, nytteverdi, holdbarhet, skjønnhet, miljøaspekter og fleksibilitet. Fewings (2013) mener også at aktørene i et spesifikt prosjekt kan ha forskjellige verdier. Han hevder videre at verdikjeden til kunden baserer seg på økingen av verdi til sluttbrukeren.

Salvatierra-Garrido and Pasquire (2011) indikerer at verdi er generert når verdien til brukerne/eieren/samfunnet er tilfredsstillt. Verdiskapingen omfatter effektivitet i prosessen (produksjons- og leveransekapasitet), innsats mot et endelig produkt (samfunnets verdiperspektiv) og interessenter må tilfredsstilles (aktørens verdiperspektiv). Transparens og kontroll er også av betydning i verdiskapingsprosessen.

Verdistrømmer kan defineres som "sekvensen av aktiviteter som kreves for å designe, produsere og levere en bestemt vare eller tjeneste, og langs hvilken informasjon, materialer, og verdt strømmer" (WebFinance, 2015). På denne måten kan kunden kreve (trekke) produktet. Fewings (2013) poengterer at verdistrømmer leverer det kunden verdsetter effektivt. Fewings (2013) hevder videre at for å få det beste verdiproduktet til kunden, trengs alle prosesser å undersøkes. Det å forstå kundens virksomhet og hele organiseringen av prosjektet, er viktig når det skal skapes verdi for kunden.

Emmitt et al. (2005) deler designverdien og leveringsverdien inn i til sammen fire faser i byggeprosessen. De fire fasene består av kundens behov, konseptfase, bygging og forbruk. Prosessen er utviklet for å redusere forsinkelser, endringer, kostnadsoverskridelser og avfall. Hovedaktivitetene i byggeprosessen som er basert på verditenkning er identifisert som kontakt, kontrakt og kontroll. For å maksimere verdien og å nå avtaler er det foreslått ulike "workshops" som verktøy. Dette kan bidra til å redusere usikkerheten i produksjonen og redusere sløsing (eng: waste).

3.1.1.3 Valgt definisjon av verdi

Ut i fra teorien som er funnet om verdi, er det tydelig at verdi er et komplekst tema. Til en viss grad kan det være gunstig å investere i verdi for å maksimere forretningsgevinsten. Verdi kan økes ved tilføring av ressurser eller gjennom innovative prosesser. Kunden står sentralt når det kommer til verdiskaping i et prosjekt. Kunden kan ha forskjellig oppfatning av verdi og oppfatningen kan forandres underveis i prosjektet.

Med en bakgrunn i teorien, er det fokusert på to forskjellige aspekter av kundeverdi. Det er valgt å legge vekt på brukerverdien og prosjektverdien i form av tid kostnad og kvalitet. En økning i bruksverdien øker konsumentoverskuddet og en økning i konsumentoverskuddet kan også skje ved reduisering av sløsing i prosessen. Det har blitt vurdert og kommet frem til at det er viktig å ta hensyn til begge disse verdidefinisjonene gjennom utførelsen av et prosjekt. Derfor er det også valgt å legge vekt på begge definisjonene i denne oppgaven.

3.1.2 Produktivitet

Produktivitet kan defineres som et mål på forholdet mellom produsert kvantitet (produksjonsutbytte) og innsatsfaktor. Ved produktivitetsvekst siktes det til veksten i produksjonen per enhet av de ressursene som er satt inn i produksjonen. Det enkleste og mest brukte produktivitetsbegrepet er ifølge SSB (2010) arbeidskraftproduktivitet, som måler veksten i produksjon per timeverk.

Det finnes flere ulike former av produktivitet. SNL (2015) definerer tre ulike produktivitetstyper der;

- Faktorproduktivitet – mengden produkter som produseres per enhet innsats av én produksjonsfaktor og oftest uttrykt per timeverk. For eksempel hvor mange kvm tak man har tekket på en time.
- Total faktorproduktivitet – forholdet mellom verdien på total produksjon og den totale faktorinnstasen. I følge Langlo et al. (2013) gjengis total faktorproduktivitet ofte som et mål på teknologiske og organisatoriske endringer, selv om den også fanger opp andre faktorer, som stordriftsfordeler, kapasitetsutnyttelse og målefeil.
- Grenseproduktivitet – økingen i produksjonen ved endringen av én produksjonsfaktor når alle andre produksjonsfaktorer holdes konstant. For eksempel hvor mange kvm ekstra tak som blir tekket på en time hvis man ansetter en ekstra arbeider.

For en enkelt vare kan produktiviteten uttrykkes i fysiske enheter, men for flere produkter under ett må den angis i verdi (SNL, 2015). I byggebransjen kan produktivitet bli representert som en konstant verdi delt på innsatsfaktorer, som kan for eksempel være kostnadsverdien av arbeidskraft og materialer (Forbes and Ahmed, 2011). Det at produktiviteten må angis i verdi kan skape vansker for sammenligning av produktivitet i bedrifter eller næringsgrener (i dette tilfellet byggebransjen) som produserer forskjellige varer. Det må fastsettes et sett av verdien som får betydning for resultatet av sammenligningen (SNL, 2015).

Produksjonsfaktorene i produksjonen og innordning til faktorene har innvirkning på produktiviteten. Et eksempel er at arbeidsproduktiviteten avhenger av erfaring og kunnskap, arbeiderens innsats og teknologien som brukes. Produktivitet av én produksjonsfaktor er avhengig av mengden av andre produksjonsfaktorer som settes inn.

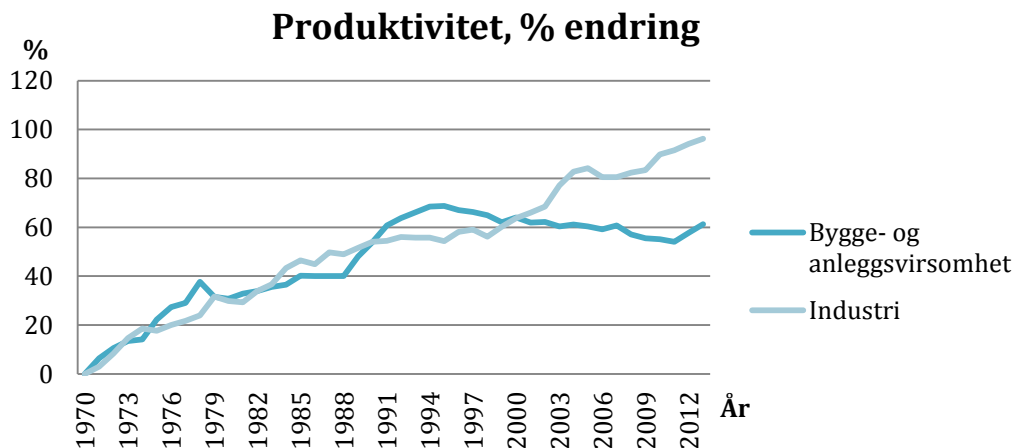
I følge Forbes and Ahmed (2011) er produktivetsmålinger en viktig komponent for å oppnå bedre ytelse i byggebransjen. I denne sammenhengen er den underliggende hensikten med produktivetsmålingene å støtte initiativer til å forbedre ytelsen. Forbes and Ahmed (2011) hevder videre at tradisjonelle prosjektledelse verktøy ikke adresserer produktivitet, men for det meste bare kostnadsoverskridelser og tidsplanoverskridelser. Yteevnen er ofte målt i form av ferdigstillelse innenfor tid, byggeforskrifter og kostnader. Forbes and Ahmed (2011) poengterer at ved å bare møte byggeforskrifter, er kundes behovstilfredstillelse sjelden veloverveid.

3.1.2.1 Valgt definisjon av produktivitet

I artikkelen er produktivitet definert som den konstante verdien delt på innsatsfaktorer. Ved en reduksjon av sløsing i prosessen, kan en økning i produktiviteten oppnås. En økning i produktiviteten vil påvirke verdien i prosjektet.

3.1.2.2 Produktivitetmålinger fra Statistisk Sentralbyrå

Nyere forskning fra Statistisk Sentralbyrå (SSB) viser en reduksjon på 9% i produktiviteten i bygge- og anleggsvirksomhet i Norge over en tidsperiode fra 1992-2012. I samme tidsperiode har det vært en produktivitetsøkning i industrien. Linjediagrammet under illustrerer utviklingen i disse bransjene. Produktiviteten i statistikken fra SSB er basert på kalkulasjoner av arbeidsproduktivitet og målt som bruttoprodukt per utførte timeverk (SSB, 2015).



Figur 5 Endring i produktiviteten, utarbeidet basert på tall fra SSB (2015)

I følge Langlo et al. (2013) kommer BA-næringen enda dårligere ut ved beregning av total faktorproduktivitet. De påpeker videre at dette er betenkelig da man blant annet finner bidrag fra innovasjon, teknologisk fremgang og bedre produksjonsmetoder innenfor den totale faktorproduktiviteten.

3.1.2.3 Feilkilder i produktivitetsstatistikken fra Statistisk Sentralbyrå

Langlo et al. (2013) hevder at byggenæringen er kompleks og verdikjeden er bred. Den tilgjengelige statistiske materialet har begrensninger, og det gir bare et bilde på et begrenset segment av et svært komplekst problem.

Langlo et al. (2013) poengterer at ”Det er viktig å merke seg at BA-næringen i denne sammenheng inngår i en verdikjede som også består av arkitekter, eiendomsutviklere og -forvaltere, rådgivende ingeniører, ulike produsenter og leverandørnæringer, bemanningsfirmaer, transportbedrifter, byggevarehandel og finansforetak og banker som leverer forsikring eller finansiering. Disse øvrige bransjer er ikke inkludert i næringsgruppen bygge- og anleggsvirksomhet i SSB-statistikken, men inngår i andre hovednæringer.”

Det kan være flere feilkilder i produktivitet statistikken fra SSB. Langlo et al. (2013) betrakter forskjellige faktorer som kan ha en innvirkning på statistikken;

1. BA-næringen har produksjon i mange andre bransjer. I dag er det for eksempel mange bygningskomponenter som er prefabrikkerte. Tidligere produksjon som ble gjennomført direkte på byggeplassen blir i dag produsert i fabrikker. Dermed går dette inn i industristatistikken i stedet for bygge- og anleggsvirksomheten.
2. Det er lite informasjon om byggingen i Norge i form av antall kvadratmeter som har blitt bygget og kompleksitet. Det mangler informasjon om det fysiske omfanget av det som blir bygget. Dette gjør at det er utfordrende å si noe om produktiviteten og konsekvensen av en eventuell nedgang eller oppgang.
3. Statistikken sier lite om kvaliteten på det som har blitt produsert.

Oppsummert fremgår det at produktivitetsstatistikken fra SSB har diverse feilkilder knyttet til seg og det ikke er sikkert at statistikken gir hele bildet på en kompleks bransje. Likevel kan statistikken gi en indikasjon på at byggenæringen har et stort potensiale for forbedring. Dette synes også å reflektere den generelle oppfatningen i BA-næringen.

3.1.3 Lean Design

Forbes and Ahmed (2011) definerer Lean prosjekteringsledelse som en metodikk som fremmer implementeringen av Lean produksjonsfilosofier innen prosjektering og byggeprosessen. Bygningsprosjektering innebærer å utvikle et verdiforslag som representerer kundenes behov, balansere behovene med budsjetter og samtidig møter byggeforskriftene. Ballard (2008) hevder at Lean Design representerer et samsvar mellom verdi, konsept og kriterier.

Forbes and Ahmed (2011) mener prosjekteringslederen sin rolle er å administrere prosjekteringsinformasjon og tilrettelegge for effektiv design, med fokus på å maksimere verdien av designet. Videre hevder de at det er vanskeligere å fange prosjekteringsteamet sin kompetanse og utvikle kostnadseffektive løsninger etter prosjekteringsfasen. Dette er fordi en gjennomgang av designet og prosjekteringen vil etterhvert bli mer kostbart og endringsmotstanden vil være større.

Thomsen et al. (2010) trekker frem at underliggende enhver vellykket implementering av Lean prosjektleveranse finnes det en bevisst atferd blant prosjektdeltakerne. Denne atferden innebærer endring av tankesett fra personlige- og kontraktoppnåelser til kollektivt prosjektoppnåelser. Emmitt and Ruikar (2013) identifiserer Lean filosofi til å være basert på gjensidig tillit og felles ansvar for risiko og belønning. Tillit, samarbeid, løfte-basert styring og kontinuerlig forbedring står sentralt for deltakerne i prosjektet. Hovedmålet er å utvikle et fellesskap av praksis og oppnå bedre prosjektresultater.

Etter en gjennomgang av IGLC sine konferanseartikler fra de siste årene som omhandler Lean Design, var det særlig tre metoder/verktøy som det ble lagt vekt på. Disse metodene var "Target Value Design", "Set-Based Design" og "Choosing by Advantages". "Value Stream Mapping" var også en metode som ble mye omtalt. I tillegg ble det ofte trukket fram "The Last Planner System" som en metode innenfor Lean Construction. I de påfølgende kapitlene er disse metodene beskrevet nærmere.

3.1.3.1 Target Value Design

Target Value Design (TVD) ble introdusert i 2002 og er en tilpasning av ”target-costing” konseptet til byggeindustrien. ”Target-costing” er en forvaltningspraksis som brukes i japansk produksjon for profittplanlegging. TVD er brukt som en målpris metode for budsjettkontroll i en integrert prosjekteringsprosess (International Group for Lean Construction Annual et al., 2014).

Thomsen et al. (2010) trekker frem at designet er basert på et detaljert estimat i stedet for at estimatet er basert på et detaljert design. Det vil si at metoden prøver å prosjektere etter et best mulig estimat for det totale prosjektet. Dette er for å unngå å redusere prosjekteringen for å møte budsjettstandarder.

Zimina et al. (2012) hevder at TVD er en samarbeidsstrategi og en prosjekteringsprosess basert på kundens verdier i form av kostnader, tid, design kriterier og byggbarhet. Hovedideen er å gjøre den satte prosjektverdien til en driver av designet, som skal føre til en reduksjon av sløsing og tilfredsstillende av kundens forventninger. I følge Østby-Deglum et al. (2011) er løsningene til problemene i TVD utarbeidet i samarbeid mellom de forskjellige fagfeltene i prosjekteringsteamet. Dette gjøres for å regulere at kundens verdier er sikret til enhver tid.

Forbes and Ahmed (2011) identifiserer ulike måter TVD eliminerer sløsing av tid og innsats, for å sikre at designsyklusen ikke er lengere enn nødvendig.

1. TVD antyder at de prosjekterende skal ”gjøre det riktig første gangen”. Byggbarheten burde inkluderes i designet, i stedet for å designe først for så å evaluere byggbarheten etter hvert.
2. TVD anbefaler bruk av Concurrent Design (CCD), der forskjellige fagområder jobber sammen i pågående kontrakter (i stedet for å ha periodiske gjennomganger).
3. Løsninger skal sendes videre i prosjekteringsprosessen for å sikre at gode alternativer er tilgjengelig senere.

Macomber et al. (2007) oppfatter prosjektering som en sosial aktivitet, som innebærer ulike fagfolk med det samme målet om å møte kundens behov. De legger frem flere fundamentale praksiser innen TVD som fremmer gode samtaler i prosjekteringsgruppen. Disse fundamentale praksisene er beskrevet nedenfor.

1. Utfør prosjekteringsaktivitetene i et stort felles rom (eng: Big Room). Dette er for å fremme en effektiv og god kommunikasjon mellom deltakerne til riktig tid. Fagspesialistene kan samarbeide med det samme om viktige design- og konstruksjonsbeslutninger, noe som kan resultere i mer spontanitet. Rommet burde inneholde tavler med grafer, bilder og diagrammer for å visuelt representere milepæler og fremdriften til gjeldende dato. I tillegg burde tavlene vise anbefalinger til løsning av tekniske problemer og forsinkelser. Prosjektledere burde fremme en effektiv ”plan, do, check and act” (PDCA) syklus.
2. Det er essensielt å samarbeide tett med kunden for å fastslå målverdien (eng: target value). De prosjekterende burde guide klienten til å fastslå hva som representerer verdi og hvordan verdi er skapt. De burde videre sikre at kunden er en aktiv deltaker i prosessen i stedet for en passiv kunde.

3. Når målverdien er funnet skal det utarbeides et detaljert estimat. Prosjekteringsgruppen skal deretter utvikle en metode for å beregne kostnadene av de forskjellige design alternativene som blir utviklet. Avvik bør sjekkes, for eksempel burde et designelement som overskrider budsjettet justeres til å passe budsjettet slik at videre designarbeid kan bli godtatt som planlagt.
4. Concurrent Design prinsipper burde anvendes til å utforme produktet og prosessen som produserer produktet. Dette må gjøres i samarbeid mellom aktørene.
5. Ved å jobbe i grupper opp til åtte personer eller færre, kan det bli skapt en bedre gruppedynamikk. Det kan være lettere å opparbeide tillit og en god lagånd innad i gruppen som kan føre til ekstra innovasjon og lærdom. Under prosjekteringen er det viktig å ha kunden i tankene. Lean er oppnådd ved å møte behov i stedet for å produsere det som er praktisk.
6. Prosjektdeltakerne bør planlegge og re-planlegge prosjektet i samarbeid. Ved involvering av alle interessenter i planleggingen, kan det oppnås en bedre plan. Å planlegge i samarbeid vil føre til en bedre koordineringspraksis. Dette kan igjen føre til mindre omarbeiding, forsinkelse og bedre flyt.
7. Innovasjon og læring er av betydning i prosjekteringsarbeidet. Man må håpe på- og ha i bakhodet at teamet kan plutselig og uventet skape noe nytt. En slik hendelse kan kreve endringer i den gjeldende planen, noe som resulterer i re-planlegging.
8. Lærdom kan genereres ved gjennomgang av resultatene etter hver design syklus. Alle interessentene bør inkluderes for å dele sin kunnskap om suksessfaktorene. Informasjonen kan brukes i PDCA-syklusen.

Zimina et al. (2012) hevder at prosesser og verktøy som brukes i TVD, som finansintensiver og kostnadsestimering, kan kategoriseres som både nye og tradisjonelle, men funksjonen til den tradisjonelle endres. Med fokus på prosjekteringsstadiet og bruk av Lean metoder er målet å oppnå operasjonell dyktighet (eng: operational excellence). TVD er en del av en strategisk vei for prosjektleveringen gjennom hele prosjektet, og omfatter et sett med verktøy forbundet med hverandre i en kontinuerlig prosess. Videre hevder Zimina et al. (2012) at tradisjonelle oppgaver eller verktøy (som kontrakt- og kostnadsstyring) er separert og påvirker derfor bare deler av prosjektets leveringssystem.

I forskningen utført av Zimina et al. (2012), viste at en systematisk anvendelse av TDV resulterte i en forbedret prosjektutførelse. Forskningen var basert på tolv byggeprosjekt i USA og resultatene viste en sluttsnittpris på 15% under markeds kostnad. I en mer omfattende undersøkelse utført av Do et al. (2014) konkluderte med at implementeringen av TVD reduserte sannsynligheten for kostnadsoverskridelse og uforutsette poster i prosjektbudsjettet. Studien presenterte resultatet fra flere statistiske analyser av 47 TVD prosjekter. Prosjektene ble sammenlignet med kostnadsoverskridelser og prosent av uforutsette poster i prosjekter som ikke bruker TVD.

3.1.3.2 Set-Based Design

Idéen bak Set-Baset Design (SBD) er å bruke alle relevante kriterier for å produsere, evaluere og velge design alternativer i begynnelsen av designutformingen. Dette gjøres for å minske innføring av nye kriterier når nye aktører kommer inn i prosjekteringsteamet. Dette innebærer at alle aktører, som arkitekter, ingeniører, entreprenører og offentlige instanser, må bli en del av designteamet (International Group for Lean Construction Annual et al., 2014). Forbes and Ahmed (2011) fremhever at i SBD er prosjekteringsbeslutningen utsatt så lenge som tilbørlig (til "siste ansvarlige øyeblikk", eng: "the last responsible moment"). På den måten er det tillatt for evaluering av alternativer, som kan forbedre byggbarheten. Videre hevder de at beslutninger i det siste ansvarlige øyeblikket vil bidra til å unngå omarbeiding. Dette er fordi det er færre forhastede beslutninger av tidligere saker som må omarbeides.

3.1.3.3 Choosing by Advantages

Suhr (1999) definerer Choosing By Advantages (CBA) som et beslutningstakingssystem som består av flere metoder. CBA bidrar til å forenkle, klargjøre og forene beslutningene. Dette fører til at prosjekteringsteamet kan ta sammenfattede og transparente beslutninger.

Jim Suhr utviklet CBA og etablerte ulike metoder for forskjellige bruksområder. En metode er for eksempel "to-liste" metoden (eng: two-list method) for enkle avgjørelser som har to alternativer til den samme kostnaden. For mer komplekse beslutninger ble tabellmetoden (eng: tabular method) utviklet. Arroyo et al. (2014) hevder tabellmetoden er hensiktsmessig når det er involvert flere alternativer, om det er mye informasjon eller data tilgjengelig eller om en gruppe er involvert i beslutningsprosessen. Arroyo et al. (2014) lister opp sju trinn som prosjekteringsteamet kan bruke når de utfører sin analyse og bruker tabellmetoden .

- Identifiser alternativene – aktørene genererer alternative design eller identifiserer alternativer.
- Definer faktorer – faktorene er definert under hensikten å skille mellom de ulike alternativene.
- Definer "må ha" /"ønsker" kriteriene for hver faktor.
- Oppsummer attributtene til hvert alternativ
- Bestem fordelene ved hvert alternativ.
- Evaluer kostnadsdata

3.1.3.4 Value Stream Mapping

Fewings (2013) er av den oppfatningen at Value Stream Mapping (VSM) tar hensyn til kjøp, design, produksjon, regnskap, markedet og rekruttering i et prosjekt. VSM er definert som spesifikke handlinger til å lage et ferdig produkt av råmaterialer for å møte kundens behov.

Thomsen et al. (2010) hevder VSM skiller mellom ikke-verdiskapende aktiviteter og verdiskapende aktiviteter. Det muliggjør at prosjekteringsteamet kan analysere virksomheten sin og prosessen steg for steg for å finne ut hvordan verdi skapes og identifisere skjult sløsing. I VSM prosessen blir det produsert et nåværende-tilstandskart, et fremtidig-tilstandskart og en implementeringsplan. På denne måten er den nåværende tilstanden kartlagt og den ønskede fremtidige tilstanden blir utarbeidet.

Forbes and Ahmed (2011) poengterer at det er essensielt å studere operasjonene nøye i det nåværende-tilstandskartet for å kunne forstå den totale materialstrømmen, arbeidskraften og informasjonen. De anbefaler å jobbe bakover for å visualisere hele prosessen fra start til slutt. Ledetid og effektivitet er lagt vekt på i metoden.

Thomsen et al. (2010) oppgir flere trinn som VSM kan deles inn i:

1. Identifiser objektet (produktmålet) eller tjenesten.
2. Tegn opp et nåværende tilstand verdistrøms-kart (eng: current state VSM)
Kartet viser gjeldende trinn, forsinkelser og informasjonsflyten som kreves for å levere produktmålet.
3. Betrakt det nåværende tilstandskartet og dann flyt ved å eliminere sløsing.
4. Tegn et fremtidig tilstands verdistrøm-kart.
5. Implementer den fremtidige tilstanden.
6. Evaluer og tilpass den nye prosessen etter behov.

Thomsen et al. (2010) hevder at ved bruk av VSM, oppdager ofte gruppene at noen av trinnene kan utelates, reorganisert eller utsettes på en måte som sparer tid samt forbedrer planen og kvaliteten på produktet. I følge Forbes and Ahmed (2011) hjelper VSM til med å identifisere "last responsible moment". Selv om denne tilnærmingen krever mye innsats og tid fra dyktige fagfolk, hevder de at VSM legger et grunnlag for svært gode kollektive beslutninger.

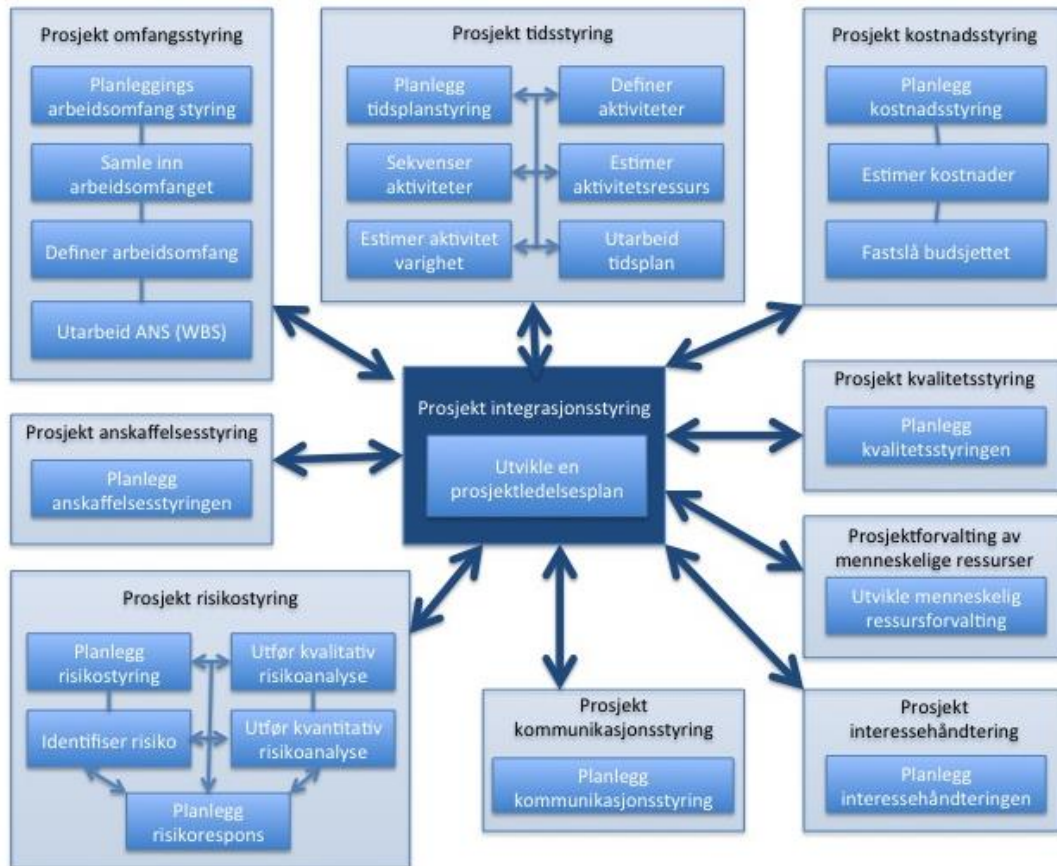
3.1.3.5 Last Planner System

I dette kapittelet beskrives det mer utfyllende om hva Last Planner System (LPS) er. Som også nevnt i artikkelen er LPS et engasjement basert planleggingssystem. LPS kan deles inn i fire nivåer som består av en hovedplan, fase planlegging, fremover planlegging og en ukentlig arbeidsplan. Disse fire nivåene er nærmere beskrevet under.

1. Hoved fremdriftsplan (eng: Master Schedule) - representerer en overordnet plan som er etablert i begynnelsen av prosjektet og definerer leveringstidene til de forskjellige elementene. I planen angir milepælene tidspunkter for de ulike fasene i hele prosjektet (Ballard and Howell, 2003; Ballard, 2000). Logikken bak den kritiske vei metoden (CPM) er inkludert for å kartlegge prosjektets varighet (Tommelein and Ballard, 1997).
2. Faseplanlegging (eng: Phase Scheduling) – her utarbeides det en mer detaljert arbeidsplan som spesifiserer overlevering mellom spesialistene som er involvert. Faseplanene er basert på milepæler fra hovedplanen (Ballard and Howell, 2003). Lean Construction Institute anbefaler å bruke teamplanlegging og ”pull”-teknikker for å utvikle faseplanene (LCI 2015). ”Pull”-teknikker er basert på å arbeide seg bakover fra planlagt ferdigstilling. På denne måten kan arbeid som ikke tilfører noen verdi fjernes. En sentralt begrep i ”pulling” er å kun gjøre arbeidsoppgaver som frigir arbeid etter anmodning fra noen andre. Dette er for å redusere overproduksjon (Ballard and Howell, 2003). Gruppeplanlegging involverer representanter fra alle aktørene i den inneværende fasen. Medlemmene av teamet skriver ofte ned en kort beskrivelse av det arbeidet de må fullføre for å kunne frigi arbeid til andre eller hva slags arbeid andre må fullføre for at man skal kunne gjøre sitt eget arbeid (Ballard and Howell, 2003). Hensikten er å lage en plan for fullføring av en arbeidsfase der verdiskapingen blir maksimert og som alle involverte skjønner og støtter (Ballard and Howell, 2003).
3. Utkikksplanlegging (eng: Look-Ahead Planning) – Ved utkikksplanlegging (evt. fremoverplanlegging) blir aktiviteter fra faseplanen planlagt i større operasjonell detalj (Ballard and Howell, 1998; Ballard and Howell, 2003). Utkikksplanlegging er det første trinnet i produksjonsstyring og har ofte en tidsramme på 2-6 uker (Hamzeh et al., 2008). Tommelein and Ballard (1997) hevder at aktivitetene i utkikksplanleggingen burde beskrive tildelingsbare og kontrollerbare deler av arbeidet. De fremhever også at endring av tidsplanen og ”pull”- mekanismer blir brukt som korrigerende tiltak når det er fortsatt er tid til at dette har en positiv innvirkning på aktivitetene.
4. Ukeplan (eng: Weekly Work Plan) – Ukeplanen stammer fra utkikksplanen og inneholder forpliktelser til å utføre arbeidet på en bestemt måte og i bestemte sekvenser (LCI, 2015). Ukeplanen burde bare inkludere oppgaver der alle restriksjoner er fjernet og den ansvarlige personen er sikker på at hun/han er i stand til å levere som lovet (Ballard and Howell, 2003).

3.1.4 Tradisjonell prosjekteringsgjennomføring

Project Management Institute (PMI) fremlegger en standard for prosjektledelse i "A Guide to the Project Management Body of Knowledge" (PMI, 2013). De beskriver prosjektledelsesprosessen som blir delt inn i fem kategorier; initieringsprosessen, planleggingsprosessen, gjennomføringsprosessen, kontrolleringsprosessen og avsluttende prosess². I dette kapittelet er det omtalt planleggingsprosessen, som er en essensiell del av prosjekteringsledelse. Figur 6 viser en oversikt over planleggingsprosessen etter PMI sin standard.



Figur 6 Planleggingsprosessgruppen (PMI, 2013)

Noen sentrale elementer i denne figuren er arbeidsnedbrytingsstrukturen (ANS), (eng: Work Breakdown Structure) og aktivitetsvarighetsestimering (AVE), (eng: Activity Duration Estimation). ANS er en grafisk fremstilling av arbeidet, uttrykket som aktiviteter, for gjennomføring av et prosjekt. ANS blir brukt som både et planleggingsverktøy og en rapporterings struktur. AVE er en tidsplan som er utviklet fra beregning av varigheten til hver arbeidsaktivitet i prosjektet. Et estimat av arbeidsressursene kreves for alle aktiviteter i prosjektet.

² Eng: Project management processes; Initiation Process, Planning Process, Executing Process, Monitoring & Controlling Process and Closing Process.

3.2 CASE STUDIENE – UTFYLLENDE INFORMASJON OM FUNN

I dette kapittelet er det beskrevet utfyllende og supplerende informasjon om case studiene i tillegg til det som er nevnt i artikkelen. Det er viktig å merke seg at case studiene er begrenset til detaljprosjektfasen. Dette er i hovedsak fordi de begynte med implementeringen av Lean i Kunsthøyskolen i Bergen (KHiB) i detaljprosjektet.

Tabell 3 Fakta om det nye Nasjonalmuseet for Kunst, Arkitektur og Design & Kunsthøyskolen i Bergen

Fakta	Det nye Nasjonalmuseet for Kunst, Arkitektur og Design	Kunsthøyskolen i Bergen
Prosjekterings- fremgangsmåte	Tradisjonell prosjektering	Pilot prosjekt i lean prosjektering (detaljprosjektering)
Kostnadsramme	5.327 milliarder NOK (01.07.2013)	1.065 milliarder NOK (01.07.2014)
Volum	Ca. 54,600 m ²	14,500 m ²
Byggestart/ ferdigstillelse	2014/2019	2014/2017
Inneværende fase (ved publiseringsdato)	Detaljprosjektering/bygging	Detaljprosjektering/bygging
Lokasjon	Vestbanen, Oslo	Mollendal, Bergen
Oppdragsgiver	Kulturdepartementet	Kunnskapsdepartementet
Byggherre	Statsbygg	Statsbygg
Arkitekt	Kleihues + Schuwerk Gesellschaft von Architekten mbH	Snøhetta
Rådgivende ingeniør	Rambøll	Rambøll
Bruker	Nasjonalmuseet for kunst arkitektur og design	Kunsthøyskolen i Bergen

3.2.1 Detaljprosjektering i Kunsthøyskolen i Bergen

I KHiB har prosjekteringsgruppen vært opptatt av å bruke Lean til å skape flyt i prosjektet og balansere flyteffektivitet og ressurseffektivitet. De prosjekterende i KHiB mener høy flyteffektivitet sammen med høy ressurseffektivitet skaper kundetilfredshet, god kostnadsstyring og konkurransekraft. Produktiviteten blir vurdert etter leveransedyktighet i kombinasjon med ressurseffektivitet, men det har ikke blitt målt produktivitet i prosjektet så langt. Oppfattelsen til de prosjekterende er likevel at de har vært veldig produktive og sløst bort liten tid.

Prosjekteringsgruppen har satt som mål å unngå kaos på slutten av leveranser, løse oppdrag / oppgaver / aktiviteter i tide og levere bedre enn forventet. Får å nå disse målene har det blitt innført ulike tiltak, samarbeidsformer, verktøy og metoder i detaljprosjekteringen. Disse er beskrevet i de påfølgende kapitlene.



Figur 8 Kunsthøyskolen i Bergen

3.2.1.1 Planleggingsystem

I KHiB ble det brukt et planleggingsystem som på mange måter kan minne om ”The Last Planner System”. Prosjektet ble delt inn i ulike nivåer der

- **Nivå 1 var selve prosjektet.** Det ble utarbeidet en overordnet plan hvor prosjektet ble delt opp i faser (initiering, rom og funksjons programmering, forprosjekt, detaljprosjekt, byggefase og reklamasjon) med milepæler og prosesser. Et eksempel på en prosess var projekteringen. I nivå 1 definerte man roller og ansvar i prosjektet på et overordnet nivå. I KHiB var definerte roller på dette nivået prosjektleder, projekteringsleder, projekteringsgruppeleder, arkitektkoordinator, fagansvarlig, prosjektstyring, oppdragsmedarbeider, oppdragsleder og spesialist.
- **Nivå 2 var projekteringsprosessen.** Det ble brukt visuell planlegging for å dele projekteringsprosessen opp i ulike temaer/områder og indentifisere hindringer. I nivå 2 fordelte man roller og ansvar. Projekteringen ble delt opp i parallelle og sekvensielle oppgaver med delmilepæler.
- **Nivå 3 var temaene.** Det ble benyttet visuell planlegging for å planlegge temaene. Eieren av et tema var ansvarlig for å gjennomføre visuell planlegging. Temaene var tverrfaglige. Det ble utarbeidet temalogger der det sto informasjon om hvilke fag som hadde ansvar for hva (en aktivitet), hvem det trengtes input fra, status og tidsfrister innenfor hvert tema. Temaeierne hadde ansvar for å trekke inn den kunnskapen de trengte for å løse sitt tema, noe som ble betegnet som ”pull-prinsippet”. Dette var for å hindre passivitet og venting på informasjon som var nødvendig å ha for å jobbe videre.
- **Nivå 4 var en aktivitet.** Aktivitetene ble visualisert med Post-it lapper. En aktivitet var begrenset til et fag.

3.2.1.2 ”Front-Loading”

Filosofien for bruk av ”front-loading” i prosjekteringen i KHiB var å involvere de rette resursene og avdekke problemer så tidlig som mulig. Prosjekteringsgruppen ønsket å få alle meningsberettigede på banen fortest mulig for å få oversikt over alle temaene. Dette var for å sikre at Statsbygg fikk tatt de riktige beslutningene til rett tid og brukeren fikk gitt sine innspill. I KHiB ble det planlagt flere parallelle aktiviteter i starten av et oppdrag. Det var fokus på å bruke nok resurser og kunnskap under prosjekteringen til å skape et godt prosjekteringsprodukt. Et godt prosjekteringsprodukt kan skape flyt på byggeplassen og minimere hindringer, slik at entreprenøren kan jobbe uavbrutt.

3.2.1.3 Samlokalisering og samhandling

Jobbing i tverrfaglige team var sentralt under prosjekteringen i KHiB. De prosjekterende satt sammen tre dager hver andre uke, der de jobbet i små grupper som fulgte de enkelte temaene. For å sikre gode problemløsninger på temanivå i løpet av disse dagene, ble de prosjekterende samlet på slutten av samlokaliseringen for å oppsummere hva som hadde blitt gjort og oppgavene for den kommende perioden. Det ble satt opp en to ukers kalender med de forskjellige temaene. Dette ble gjort for å holde fokuset fremover i prosjektet. I prosjekteringen prøvde de involverte å unngå sub-optimalisering, det vil si unngå at de prosjekterende sitter hver for seg og jobber uten videre samhandling med resten av gruppen.

Som felles lokale ble Snøhettas lokaler brukt. Lokalene var utformet som et åpent kontorlandskap med enkelte møterom innerst i lokalet.

I KHiB hadde arkitekten en fastpriskontrakt med Statsbygg og de rådgivende ingeniørene fikk betalt per time. Denne løsningen fungerte overaskende bra. Siden arkitektene hadde fastpriskontrakt, prioriterte de at beslutninger skulle tas fortløpende for at prosjektet kunne gå videre. Samtidig hadde de rådgivende ingeniørene mulighet til å bidra med nok ressurser til prosjektet til enhver tid.

3.2.1.4 Visuell planlegging og bygningsinformasjonsmodellering

I KHiB ble BIM benyttet for å sørge for tverrfaglig kontroll og null feil. De prosjekterende jobbet i en tverrfaglig BIM-modell med felles Revit³ server. Ved hjelp av 3D modellen kunne alle involverte i prosjektet visualisere hvordan bygget kom til å se ut. Kollisjonskontroll ble gjennomført for å avdekke feil visuelt. Dette belyste også feil slik at ansvaret for oppretting av feilen ble plassert riktig.

De ulike planene (som er beskrevet under nivåene i kapittel 3.2.1.1) ble satt opp på tavler i det felles lokalet for at de prosjekterende kunne visualisere hvor de selv – og andre var i forhold til fremdriften. Gjennom bruk av visuell planlegging ble prosjektet mer transparent.

³ Revit® er en programvare for bygningskonstruksjon som er spesielt utviklet for bygningsinformasjonsmodellering (BIM), inkludert funksjoner for arkitektdesign, VVS og elektro og strukturell konstruksjon.

3.2.1.5 Involvering av brukerne

Brukerne var ikke noe mer involvert i KHiB enn i andre Statsbyggprosjekter. Arkitekten hevdet at byggherren var mye mer involvert enn bruker i KHiB. Byggherren har tatt initiativ til Lean samhandling, fulgt prosessen tett og vært til stede i alle møter. Brukeren har bare delvis vært innom. En av primærsuksessfaktorene i prosjektet var at bruker ble fornøyd. Arkitekten mente at fornøyd er et ord som ofte er knyttet opp til innsikt og delaktighet. Arkitekten hevdet videre at *”en bruker kunne teoretisk sett være fornøyd med å få levert et produkt som var i henhold til det programmet som var satt opp først. Mens en byggherre vil ha en helt annen innsikt i alle detaljene og alle delmålene som er oppnådd. Byggherren vil ha mye mer fasettert beslutningsgrunnlag for å si at han er fornøyd, i dette tilfellet. Produktet har blitt bedre uavhengig om man har innsikt som følge av at man har kjørt Lean metodikk.”* Arkitekten var av oppfatningen at Lean har skapt en enorm innsikt og en veldig stor grad av involvering.

3.2.1.6 Fokus på kontinuerlig forbedring

I KHiB var det fokus på kontinuerlig forbedring. Ved jevne mellomrom ble det vurdert om arbeidsmetodene de brukte var riktig. Målet var å minimere sløsing med tid og hindre om-prosjektering. Konkrete tiltak for å minimere sløsing mentes å være knyttet til beslutninger, særlig beslutninger fra byggherre og bruker. De prosjekterende hadde et stort fokus på at når en beslutning ble tatt skulle man ikke gå tilbake på beslutningen. Det ble satt forskjellige frysdatoer for ulike beslutninger i prosjekteringen. Det ble også notert hva som kunne ha blitt gjort annerledes underveis. De prosjekterende ble for eksempel klar over at de burde hatt en risikovurdering og hindringsanalyse mye tidligere for å avdekke flere feil og mangler som kom frem ved byggestart.

Ved avslutning skal det gjøres en vurdering av selve planleggingssystemet i detaljprosjekteringen og det skal undersøkes hva som kan gjøres bedre i neste prosjekt. Det skal gjøres en vurdering om temaene, som ble utviklet underveis, har fått en riktig inndeling.

Erfaringsoverføring ble prioritert i KHiB. Det skal holdes kurs og etterutdanning etter ferdigstillelse av prosjektet. I prosjektet var det fokus på at man skulle jobbe på en slik måte at man eksempelvis fikk 10 års erfaring, og ikke 1 års erfaring 10 ganger.

3.2.2 Detaljprosjektering i Nasjonalmuseet for Kunst, Arkitektur og Design

I Nasjonalmuseet ble det brukt en såkalt tradisjonell prosjekteringsgjennomføringsmodell. Det må nevnes at Nasjonalmuseet var et mye større og mer kompleks prosjekt enn KHiB, som kan ha innvirkning på resultatene ved sammenligning av disse to prosjektene.



Figur 9 Det nye Nasjonalmuseet for Kunst, Arkitektur og Design

3.2.2.1 Planleggingssystem

Planleggingssystemet i Nasjonalmuseet ble betegnet som et tradisjonelt planleggingssystem. Det var på mange måter i samsvar med PMI sin standard, som er beskrevet under kapittel 3.1.4.

Statsbygg brukte PMI sin standard i hovedsak for å rapportere og følge opp alle de prosjekterende. Timeforbruk og fremdrift ble rapportert. Det fantes en detaljert ytelsesbeskrivelse med hvilke oppgaver arkitektene og ingeniørene hadde og hva Statsbygg stilte med.

Det var satt opp forskjellige beslutningsporter i prosjektet ved faseavslutningene. I begynnelsen var det rundt et år mellom hver beslutningsport; skisseprosjekt og ferdig forprosjekt.

3.2.2.2 Prosjektkontor

Statsbygg, arkitektene og de rådgivende ingeniørene satt sammen på et prosjektkontor. Arkitektene og ingeniørene var lokalisert på samme plan mens Statsbygg satt i planet under. Prosjektkontoret var i et gammelt bygg og bestående av mange mindre rom hvor de prosjekterende typisk var plassert etter de ulike fagene. Det ble innført et felles prosjektkontor som et tiltak for at de involverte skulle få den felles forståelsen av hva som skulle gjøres. Informantene var usikre på om dette i seg selv hjalp.

3.2.2.3 Samspillet i Nasjonalmuseet

Både Rambøll og arkitekten fikk betalt per timeverk. Arkitektene og de rådgivende ingeniørene var likestilte i prosjektet. De hadde en felles fremdriftsplan, alle leveranser var definert og de hadde et budsjett det ble jobbet mot.

Alle aktørene hadde forskjellig fokus samtidig som jobben deres var å arbeide for å nå de samme målene. Arkitekten mente at arkitektene fokuserte mye på kvalitet på bygget, Statsbygg prioriterte kostnader og tid og Rambøll vektla på prosessen for å få ting gjort. Brukerne hadde stor fokus på funksjonaliteten. Alle de forskjellige fokusene gjorde at prosjekteringsteamet ikke fremsto som en entydig gruppe. Det var alltid dragkamper mellom de forskjellige gruppene.

3.2.2.4 Bygningsinformasjonsmodellering og eRoom

Det ble brukt BIM i Nasjonalmuseet. Statsbygg har føringer når det gjelder verktøy og metoder, blant annet at Nasjonalmuseet skulle være et BIM-prosjekt, uten at det er noen detaljert beskrivelse på hvordan man blir et BIM-prosjekt. Arkitektene hadde liten erfaring med BIM før de startet å jobbe med Nasjonalmuseet. Arkitektene arbeidet etter en hierarkisk struktur, med få personer som utførte designarbeidet. De syntes derfor det var funksjonelt å få utvikle løsningene i 2D først, før løsningene ble tatt med inn i fellesmøtet og implementert inn i en BIM-modell.

Prosjektet brukte eRoom som et prosjekthotell. Alt som ble produsert på prosjektet ble lagret i en mappestruktur. Forskjellige personer hadde tilgang til ulike områder der det var lagret formelle brev, skisser og all annen dokumentasjon. Det var ikke alle som hadde tilknytting til alt og det ble definert hva de forskjellige skulle ha tilgang til. For eksempel kunne ikke prosjekteringsgruppekoordinatoren (PGK) for ingeniørene lese de formelle brevene til arkitekten, og visa versa. Det var heller ikke alle i Rambøll som kunne lese brevene som PGK sendte til Statsbygg. Stort sett alle kunne se på tegninger og beskrivelser.

3.2.2.5 Involvering av brukerne

Statsbygg var kontaktparten til brukerne. Det ble holdt brukermøter i alle faser. Arkitekten mente at brukerprosjektet kunne vært organisert bedre gjennom mer naturlig fremdriftsplanlegging. Statsbygg fikk ikke ressurser eller oppdragsbrev fra kulturdepartementet før de hadde kommet i detaljprosjektet til å utføre en stor og dyptgående brukerprosess. Denne prosessen burde ideelt sett ha vært i forprosjektet. Brukerprosessen medførte en haug med små endringer som ikke skulle ha vært i detaljprosjektet, men heller i forprosjektet. Dette førte til mye ekstraarbeid.

3.2.2.6 Manglende fokus på forbedringer

I følge intervjuobjektene manglet det en evne fra alle aktørene til å ta innover seg erfaringer som ble gjort underveis. Siden prosjekteringsgruppen har jobbet sammen et par år i dette prosjektet, har det blitt erfart hva som fungerer, hva som ikke fungerer og hva som det har blitt gjort dårlige vurderinger på. Enkelte ganger har det vært en manglende evnen til å rette opp og gjøre de grepene som må til for å lykkes. Mye gikk ut på å bemanne prosjektet riktig, valg av de rette ressursene til prosjektet blant ingeniørene og at Statsbygg sørget for å budsjettere med nok ressurser. Et eksempel er at arkitekten var en ren prosjektarkitekt og måtte gå ut i markedet og ansette folk til prosjektet. Hvis han ikke fikk lov til å ansette flere folk måtte de som allerede var ansatt, gjøre jobben. Hvis de ansatte ikke hadde nok timeverk å jobbe på, oppsto det forsinkelser. Det kunne ta rundt 3 måneder før man klarte å ansette en arkitekt og det kunne gå 1-2 måneder før arkitekten fungerte maksimalt. Intervjuobjektene mente at dette prosjektet var så stort at erfaringsmessig burde de ha satt mer folk på prosjektet og sikret at de maktet å være i forkant med produksjon istedenfor å være i etterkant.

4 UTDYPING AV DISKUSJON

I dette kapitlet er det lagt frem en utdypet versjon av diskusjonen i artikkelen, rundt funnene.

4.1 FORDELER MED DE ULIKE METODENE I NASJONALMUSEET OG KHiB

Det er identifisert ulike fordeler med de to forskjellige prosjekteringsgjennomføringsmetodene.

Tabell 4 Fordeler med gjennomføringsmetodene i detaljprosjektering

Prosjekt	Fordeler
Kunsthøyskolen i Bergen	<ol style="list-style-type: none">1. Oppdeling av prosjektet i nivåer og arbeidspakker2. En god planleggingsprosess, "front-loading" og stor fokusering på prosjekteringsfasen med tilgjengelige resurser og tid3. Godt samarbeid, gruppearbeid og lagånd4. Blanding av fastpris kontrakt og timebetaling5. Klar ansvarsfordeling og eier beslutningstaker6. Transparens og bruk av en felles BIM-modell7. Stor fokus på å lære fra tidligere erfaringer og kontinuerlig forbedring.
Det nye Nasjonalmuseet for kunst, arkitektur og design	<ol style="list-style-type: none">1. Måling av prosjektytelse2. Ikke behov for opplæring og forståelse av prosjektgjennomføringsmodellen blant prosjektdeltakerne (som er nødvendig ved en implementering av Lean)

I de påfølgende kapitlene er fordelene og utfordringer med de forskjellige metodene diskutert nærmere.

4.1.1 Planlegging, front-loading og forsinkelser

I KHiB var det stor fokus på planlegging, der ideen var å bruke mer tid og resurser på planlegging og mindre tid under byggefasen. Detaljprosjekteringen var systematisk delt inn i arbeidssekvenser som sikret at fremdriften gikk jevnt fremover. I Nasjonalmuseet ble det heller jobbet i lange arbeidsperioder.

I KHiB prøvde prosjekteringsgruppen å unngå at de ble nødt til å planlegge mange aktiviteter parallelt i slutten av prosjektet, grunnet at de foregående aktivitetene tok lengere tid enn planlagt. Dette ble sikret ved "front-loading", det vil si at det ble planlagt flere parallelle aktiviteter i starten av prosjektet for å øke prosess-stabiliteten. "Front-loading" førte til at det ble tatt opp viktige temaer mye tidligere enn i tradisjonell prosjektering.

I KHiB oppsto det en forsinkelse på grunn av et uforutsett problem rundt håndtering av grunnvannet. Det at prosjektet var delt opp i klare ansvarsforhold og at det hadde vært et stort fokus på planleggingsprosessen, førte til at prosjekteringsgruppen klarte å hente inn forsinkelsen relativt fort.

I Nasjonalmuseet savnet prosjekteringsteamet en mer omfattende planleggingsprosess og flere ressurser. Det oppsto forsinkelser på grunn av for lite

planlegging, mangel på ressurser og sene beslutningsavgjørelser. For å hente inn forsinkelsen måtte de prosjekterende planlegge parallelle aktiviteter i slutten av detaljfasen. Forsinkelsene var delvis grunnet i at prosjektet viste seg å være mer komplisert enn det eieren først har antatt. Det var også mange uforløste prinsipløsninger som ble liggende fordi arkitektene og ingeniørene ikke klarte å bli enige. Forprosjektfasen var dessuten altfor kort. En omfattende brukerprosess ble først gjort i detaljprosjekteringen og dette førte til at første del av detaljfasen gikk i stor grad med til arbeid som skulle ha blitt gjort i forprosjektet. Prosjekteringsgruppen i Nasjonalmuseet var likevel optimistiske til at de etter en lengere periode kom til å hente inn forsinkelsen og bli ferdig innen den endelige prosjektfristen.

4.1.2 Samhandling, ansvarsfordeling og transparens

I KHiB ble kommunikasjonen og samhandlingen betegnet som god mellom aktørene. De prosjekterende hadde stort sett klart å overholde alle fristene på anbudene. Visuell planlegging bidro til at alle fikk den samme forståelsen av hva deres oppgave var. Dette gjorde også at de prosjekterende følte seg mer involvert i prosjektet.

I Nasjonalmuseet ble det klart oppfattet hva alle skulle gjøre ut i fra ytelsesbeskrivelsen. Likevel dukket det relativt ofte opp situasjoner der de involverte ikke hadde forstått hva den andre parten trodde de skulle gjøre. Partene i prosjektet hadde forskjellige forventninger til hva den andre skulle gjøre i en felles prosess. I prosjektet var det dekket opp planmessig, men den felles forståelsen var fraværende i enkelte tilfeller. De prosjekterende var lokalisert sammen på et prosjektkontor, som kan ha vært et tiltak til å bedre den felles forståelsen. Dette i seg selv hadde ikke en avgjørende virkning. I KHiB satt de sammen på en annen måte. De prosjekterende var samlet deler av tiden for å oppnå en felles forståelse og utarbeide løsninger i felleskap, før de ble enige om hva som skulle gjøres innen neste samlokalisering. Informantene var enige om at dette var en god løsning.

Ved introduseringen av nye medarbeidere i KHiB, som ikke hadde noen tidligere erfaring med Lean, oppsto det ofte problemer med at nyankomne jobbet slik de var vant til. Ikke alle var innerforstått med Lean prinsippene, som det ble lagt stor vekt på under prosjekteringen. Dette førte til at det oppsto tidvis sub-optimalisering.

Blandingen av fastpris kontrakt og timebetaling fungerte overraskende bra i KHiB. Arkitekten sørget for driv og for å få tatt beslutninger, mens de rådgivende ingeniørene sørget for at det var nok ressurser til enhver tid.

Den store forskjellen fra KHiB i forhold til Nasjonalmuseet var delegering av eierskap og synlig lederskap. Folk hadde en personlig gevinst av å få inn informasjon til riktig tid. "Pull-prinsippet" var essensielt, der prosjektdeltakerne hadde ansvar for å trekke informasjonen til seg i stedet for å være passiv og vente til informasjonen kom.

I Nasjonalmuseet ble det hevdet at de mindre beslutningene innad i prosjekteringsgruppen kunne vært tatt raskere. Kleihues + Schuwerk og Rambøll var likestilte i prosjektet og hadde forskjellig fokus innenfor en slags felles ramme. De var ofte uenige og det var heller ingen som klarte, eller hadde myndighet til å gi instruksjoner og ta beslutninger. Det var ofte et behov for en overordnet beslutningstaker, men i stedet ble de to gruppene bedt om å løse konfliktene seg imellom. Intervjuobjektene savnet en sterkere ledelse i prosjektet.

I KHiB har transparens i prosjektet stått sentralt. Transparens har blitt oppnådd gjennom en god organisering og visuell planlegging med en felles BIM modell og

oversiktstavler med ansvarsfordelingen. Transparens i prosjektet førte til at de involverte følte mer eierskap til prosjektet som resulterte i en god samhandling mellom prosjekteringsteamet.

Nasjonalmuseet brukte også BIM, men på en forskjellig måte fra prosjekteringsgruppen i KHiB som jobbet i samme BIM-modell.

4.1.3 Måling i prosjektene, forbedringer og brukerperspektivet

I Nasjonalmuseet rapporterte de prosjekterende hyppig timeforbruk og fremdrift til Statsbygg som fulgte opp økonomien og fremdriften. Det var fokus på måling av prosjektresultater og fremdrift. I KHiB kom det frem at det ikke var noen måling i prosjektet.

Prosjekteringsgruppen i KHiB hadde derimot et stort fokus på forbedringer. Med jevne mellomrom ble det diskutert om det de gjorde var riktig og forslag til forbedringer. Dette ble gjort for å forbedre prosessen underveis men også forbedre prosessen til neste prosjekt. I Nasjonalmuseet var det savnet en evne til å forbedre seg underveis i prosessen, da de samme feilene ble gjentatt. Disse feilene gikk i hovedsak ut på å bemanne prosjektet riktig.

Brukerne var ikke noe mer involvert i KHiB enn de ville vært ved tradisjonell prosjekteringsgjennomføring.

4.2 LEAN I KHiB – FOKUS PÅ PROSESSER

Lean Design omfatter prosesser knyttet til design, produktutvikling og prosjektering. I KHiB har det hovedsakelig blitt fokusert på prosessene i detaljprosjekteringen.

I litteraturen, som er undersøkt, ble det funnet at i Lean Design brukes det ofte metoder som ”Target Value Design” (TVD), ”Set Based Design” (SBD) og ”Choosing by Advantages” (CBA). I KHiB gikk prosjektdeltakerne på kurs hos en aktør som hadde ekspertise på Lean Construction, men ikke noe videre ekspertise innenfor Lean Design. Dette gjenspeiles også i hvordan Lean ble utnyttet i KHiB, der det i hovedsak ble brukt elementer fra Lean Construction tilpasset til prosjekteringsfasen.

Planleggingssystemet som ble brukt i KHiB kan minne om ”The Last Planner System” (LPS) (Jf. kapittel 3.1.3.5). LPS er typisk brukt under byggefasen, men det er tydelig at planleggingssystemet i KHiB (som minner om LPS) fungerte bra i detaljprosjekteringen også. Siden prosjektdeltakerne ikke hadde fått en spesifikk opplæring innen Lean Design og Lean først ble introdusert i prosjekteringsfasen, har det heller ikke vært noen bevisst bruk av andre metoder som TVD, SBD eller CBA. Enkelte ting i KHiB kan likevel ligne på noen av elementene innenfor disse metodene.

I KHiB har det i hovedsak vært lagt vekt på Lean ”tankegangen” og prinsippene rundt Lean teorien. Det har vært viktig å få inn Lean som en kultur, altså en tenkemåte, en handlingsmåte, en væremåte og/eller en holdningsendring. For eksempel har det vært sentralt å få en felles forståelse for hvordan det skal jobbes i prosjektet. Det har blitt fokusert på transparens i prosjektet, mer organisering, visuell planlegging. Det er også stor vekt på lederskap og delegering av arbeid. ”Pull-prinsippet” er essensielt, der prosjektdeltakerne har ansvar for å trekke informasjonen til seg i stedet for å være passiv. Det er dessuten mer fokus på planlegging der intensjonen er å bruke mer tid på planlegging og mindre tid under byggefasen.

Det bør også trekkes frem at KHiB ble gjennomført som et pilot prosjekt innen Lean prosjektering. Prosjektlederen i KHiB hevdet at man kan gjøre Lean dyrt eller man kan gjøre Lean riktig. Prosjektlederen hevdet videre at de så lang hadde gjort Lean prosjektering på en riktig måte i KHiB.

4.2.1 Diskusjon og forslag til videreutvikling av Lean i prosjektering

Siden KHiB først implementerte Lean i detaljfasen, har det trolig ikke vært full utnyttelse av potensialet Lean Design har når det kommer til verdiskaping for kunden. Det er i hovedsak blitt fokusert på prosessen i KHiB og dette ser ut til å ha ført til en reduksjon av sløsing, men det har ikke bidratt noe ytterligere til verdiskaping. Ved å implementere Lean Design fra starten av prosjektet kan det mulig tas hensyn til verdi på en bedre måte, siden det ofte er i initialfasen grunnlaget for verdiskapingen skjer. En evaluering om det kan være gunstig å bruke verktøy som TVD, SBD og CBA kan være interessant. I litteraturen er det for eksempel flere undersøkelser som trekker frem at en systematisk bruk av TVD har resultert i en forbedret prosjektutførelse (Jf. kapittel 3.1.3.1).

5 UTDYPING AV KONKLUSJON

I følge informantene har samlokalisering og transparens gjennom visuell planlegging og felles BIM-modell ført til et godt samarbeid. Klar ansvarsfordeling, som er oppnådd gjennom bruk av temalogger, har ført til flyt i prosjektet. "Front-loading" i prosjekteringen har ført til et godt produkt (før bygging) i følge prosjektdeltakerne. Godt samarbeid, flyt og et godt produkt ut fra prosjekteringen kan bidra til å øke produktiviteten i prosjektet og kan bidra til å redusere intern sløsing. Dette øker altså sannsynligheten for at det endelige produktet blir ferdigstilt innenfor tid, kostnad og kvalitet. Bemanningen av nye personer i prosjektet, som ikke har fått den nødvendige opplæring og/eller var kjent med terminologien, førte til at samarbeidet og flyten ble svekket.

I Nasjonalmuseet var det ofte dragkamper mellom arkitektene og ingeniørene. Informantene ønsket en sterkere ledelse i form av en overordnet beslutningstaker. Det var mindre fokus på planlegging og ressurser i prosjekteringsfasen i forhold til byggets kompleksitet og størrelse.

Det er tydelig at Lean ble innført i KHiB med et mål om å oppnå en bedre prosess. Ut i fra prosjekteringsgruppen sitt synspunkt, ser det ut som det har blitt en bedre prosess og sløsing har blitt redusert internt i prosjektet. Dette er positivt da det kan øke oppmerksomheten rundt viktigheten ved en god planleggingsprosess.

Som nevnt under verdikapitlet, undersøkes det to typer verdiaspekter i prosjektet; verdiskaping gjennom en reduisering av sløsing og øking av brukerverdien. Verdiskaping i form av øking i bruksverdien for kunden skiller seg ikke ut fra tradisjonell prosjektering i KHiB. Prosjekteringsgruppen har heller ikke fokusert på å bruke Lean til å øke brukerverdi for kunden. En grunn til dette manglende fokuset på brukerverdien innenfor Lean prosjekteringsgjennomføringsmetoden i KHiB kan være at Lean først ble introdusert til prosjektet i detaljprosjekteringsfasen. Ved å implementere Lean Design fra starten av prosjektet kan det i større grad bli tatt hensyn til verdiskapingen for kunden. Videre forsknings er nødvendig for å kunne generalisere funnene.

6 VIDERE ARBEID

Det er vanskelig å konkludere med om faktisk Lean Design kan bidra til å skape mer verdi for kunden annet enn bare redusering av sløsing i prosessen. Det er høyst nødvendig å undersøke flere prosjekter for å kunne generalisere funn. Undersøkelse av flere prosjekter vil legge et større grunnlag for å konkludere om Lean Design kan sørge for en bedre verdiskapning for kunden. I artikkelen er det kun sett på to prosjekter, der et bruker Lean i prosjekteringen og et bruker tradisjonell gjennomføringsmodell, og dette gir kun en indikasjon på om faktisk Lean Design bidrar til å skape en større verdi for kunden.

Til videre arbeid vil det også være interessant å undersøke de to omtalte prosjektene etter ferdigstillelse. Da vil det foreligge mer sikker informasjon om hvordan utførelsen har gått og hvordan det ferdige produktet har blitt. Dermed blir det klarere å skille ut hvilke fordeler og/eller ulemper det har vært med å bruke Lean Design og om Lean faktisk har ført til et bedre produkt og/eller en bedre prosess.

Til videre arbeid kan det også være av stor betydning å involvere brukernes perspektiv i undersøkelsen, og kartlegge hvordan brukerne oppfatter det endelige resultatet av prosjektet.

Nasjonalmuseet er, som nevnt i artikkelen, et mye større og mer kompleks prosjekt enn KHiB. Ved videre arbeid kan det eventuelt sammenlignes prosjekter som er likere av størrelse og kompleksitet, for å unngå feilkilder som er knyttet til at prosjektene har ulik kompleksitet.

For å undersøke om Lean øker verdiskapningen for kunden kan det blir sett på prosjekter som implementerer Lean helt fra initialfasen. Et forslag er da å sammenligne Lean Design prosjekt som benytter metoder som TVD, SBD og CBA med prosjekt som bruker tradisjonell prosjekteringsgjennomføringsmetode.

Det vil også være interessant å undersøke hvordan Rambøll og/ eller Statsbygg sin eksisterende prosjektmodell kan tilpasses til en Lean prosjekteringsgjennomføringsmodell og på hvilken måte de ulike elementene fra Lean best kan kombineres med den eksisterende metoden.

7 ARBEIDSFORDELING

Artikkelen ble skrevet av forfatterne Thea Sandnes Munthe-Kaas, Hallgrim Hjelmbrække, Jardar Lohne og Ola Lædre. Under utarbeidelsen av artikkel var Munthe-Kaas ansvarlig for litteraturstudiet samt alle undersøkelser med intervjuer. Munthe-Kaas var også ansvarlig for utarbeidelse av figurer, tabeller og diagrammer samt for selve skrivingen av artikkelen. Hjelmbrække fungerte som en vitenskapelig veileder som kom med forslag til hvordan oppgaven skulle blir vinklet, hvilke prosjekter som var aktuelle å skrive om og videreformidling av kontakter internt i Rambøll.

Kontaktene i Rambøll kom med forslag til de mest relevante intervjukandidatene. Intervjukandidatene ved KHiB har i tillegg til å stille opp på intervju, skaffet relevante dokumenter om prosjektet (jf. 2.4.2.2).

Hjelmbrække ga veiledning og råd underveis om innholdet i artikkelen, spesielt om verdi delen, samt forslag til noe litteratur. Lohne sin rolle var å bistå med råd om akademisk skriving. Lohne kom med forslag til akademiske omformuleringer og språkforbedringer. Han ga spesielt råd og forslag til utforming av introduksjonen og metodekapittelet. Lædre fungerte som faglig veileder fra NTNU og har hjulpet til med å konkretisere forskningsspørsmålene sammen med de andre forfatterne, og med diskusjon rundt tilbakemeldingene etter 1. utkastet. Lædre sto først ikke som forfatter på 1. utkastet, men kom senere på banen under arbeidet med den endelige artikkelen. Både Hjelmbrække og Lohne har rettet språklige formuleringer underveis og hjulpet til med å korte ned artikkelen så den ikke overskrider kravet fra IGLC 2014 om maksimum 10 sider.

Skrivingen av artikkelen har vært en iterativ prosess der typisk arbeidsfordeling har vært at Munthe-Kaas skrev et utkast for så å sende det til Hjelmbrække og Lohne som rettet og ga tilbakemelding om hva som kunne kuttes ut eller burde tilføres. Munthe-Kaas jobbet deretter videre med artikkelen for så å sende den til Hjelmbrække og Lohne igjen. Lædre var også en del av denne prosessen i mai før den endelige leveringen av artikkelen. Siden arbeidet med artikkelen var en iterasjonsprosess, har dokumentet blir gjennomgått og omskrevet mange ganger. Det som var viktig å være oppmerksom på var at etterhvert som artikkelen ble komprimert og setningene omskrevet, måtte det sikres at den originale sammenhengen ble bevart.

De tre først forfatterne har hatt møte i snitt i underkant av en gang per uke, med færre møter i rolige perioder og flere møter rett før fristene. Enkelte møter har vært mellom Munthe-Kaas og Hjelmbrække, men på de fleste møtene har også Lohne deltatt. Lædre har deltatt i alle møter i mai måned under arbeidet med å revidere 1. utkastet av artikkelen.

Etter ferdigstillelse av 1. utkastet åpnet det seg en mulighet til også å få tilbakemelding fra Glenn Ballard. Kommentarene fra Ballard inneholdt mye av det samme som i kommentarene fra IGLC. Etter møtet med Ballard tok forfatterne en felles beslutning om hva som kunne fokuseres mindre på og hva som var viktig å spesifisere i innholdet.

Artikkelens layout er regulert av IGLC. De har utarbeidet en formell mal som må følges der det finnes retningslinjer for blant annet sideantall, skriftstørrelse, skrifttype, marger, linjeavstand, figurer, tabeller og referansesitering. Dette layoutet er også brukt gjennomgående i hele masteren.

8 REFERANSELISTE

Referanser prosessrapport

- Arroyo, P., Ballard, G. and tommelein, I.D. 2014. Choosing By Advantages and Rhetoric in Building Design: Relationship and Potential Synergies. *22nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Oslo, Norway, 25-27 Jun 2014.* 391-408.
- Ballard, G. 2008. The lean project delivery system: An update. *Lean Construction Journal* 2008 1-19.
- Ballard, G. and Howell, G. 1998. Shielding production: essential step in production control. *Journal of Construction Engineering and Management* 124(1) 11-17.
- Ballard, G. and Howell, G.A. 2003. An update on last planner1. Proc., 11th Annual Conf., International Group for Lean Construction, Blacksburg, VA.
- Ballard, H.G. 2000. The last planner system of production control. The University of Birmingham.
- Bichao, H. and Tilseth, M. 2014. Forskningsmetodekurs; litteratursøk, hva hvor hvordan. Forelesningsnotater, NTNU.
- Björnfot, A. and Sardén, Y. 2006. Prefabrication: a lean strategy for value generation in construction. Proceedings of the 14th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Santiago de Chile.
- Bloomberg, L.D. and Volpe, M. 2012. *Completing your qualitative dissertation: A road map from beginning to end:* Sage Publications.
- Bowman, C. and Ambrosini, V. 2007. Firm value creation and levels of strategy. *Management Decision* 45(3) 360-371.
- CIOB 2010. Code of practice for project management for Construction and Development. Oxford, Balckwell Publishing.
- Emmitt, S. and Ruikar, K. 2013. *Collaborative Design Management.* Hoboken: Taylor and Francis.
- Emmitt, S., Sander, D. and Christoffersen, A.K. 2005. The value universe: defining a value based approach to lean construction. 13th International Group for Lean Construction Conference: Proceedings, International Group on Lean Construction.
- Erabuild 2008. Review of the Development and Implementation of IFC Comatible BIM.
- Fewings, P. 2013. *Construction project management: an integrated approach.* London: Routledge.
- Forbes, L.H. and Ahmed, S.M. 2011. *Modern construction: lean project delivery and integrated practices.* Boca Raton: CRC Press.
- Hamzeh, F.R., Ballard, G. and Tommelein, I.D. 2008. Improving construction workflow-the connective role of lookahead planning. Proceedings of the 16th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC 16).
- Hines, P., Holweg, M. and Rich, N. 2004. Learning to evolve: a review of contemporary lean thinking. *International Journal of Operations & Production Management* 24(10) 994-1011.

- Hjelmbrekke, H. and Klakegg, O.J. 2013. *The New Common Ground: Understanding Value*. 7th Nordic Conference on Construction Economics and Organization, Akademika forlag.
- International Group for Lean Construction Annual, C., Kalsaas, B.T., Koskela, L. and Saurin, T.A. 2014. *Understanding and improving project based production: proceedings of IGLC22 : 22nd annual conference of the International Group for Lean Construct[i]on : understanding and improving project based production : Oslo, Norway June 25th-27th 2014*. Trondheim: Akademika.
- Kaplan, R.S. and Norton, D.P. 1995. Putting the balanced scorecard to work. *Performance measurement, management, and appraisal sourcebook* 66.
- Kelly, J., Male, S. and Graham, D. 2004. *Value management of construction projects*. Oxford: Blackwell Science.
- Koskela, L. 2000. *An exploration towards a production theory and its application to construction*: VTT Technical Research Centre of Finland.
- Kunnskapssenteret. 2014. *Hva er forskningsdesign, og hvordan velge riktig forskningsdesign* [online]. Available at: <http://kunnskapssenteret.com/hva-er-forskningsdesign/> [Accessed 22.04.2015 2015].
- Langlo, J.A. et al. 2013. Måling av produktivitet og prestasjoner i byggenæringen. SINTEF.
- LCI. 2015. *What is lean design and construction?* [online]: Lean Construction Institute. Available at: <http://www.leanconstruction.org/about-us/what-is-lean-construction/> [Accessed 27.04.2015].
- Lewis, P., Thornhill, A. and Saunders, M. 2007. *Research methods for business students*: Pearson Education UK.
- Macomber, H., Howell, G. and Barberio, J. 2007. Target-value design: Nine foundational practices for delivering surprising client value. *AIA Practice Management Digest*.
- PMI 2013. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)*: Project Management Institute, Incorporated.
- Salvatierra-Garrido, J. and Pasquire, C. 2011. Value theory in lean construction. *Journal of Financial Management of Property and Construction* 16(1) 8-18.
- SNL. 2015. *Produktivitet* [online]: Store Norske Leksikon. Available at: <https://snl.no/produktivitet> [Accessed 07.05.2015].
- Spencer, N.C., Winch, G. and Council, C.I. 2002. *How buildings add value for clients*: Construction Industry Council London.
- SSB 2010. Økonomiske utsyn. *Produksjonsfaktorer og produktivitet*. Available at: https://www.ssb.no/a/publikasjoner/pdf/oa_201001/04prod.pdf
- SSB. 2015. *Årlig Nasjonalregnskap* [online]. Available at: <https://www.ssb.no/statistikkbanken/SelectVarVal/Define.asp?MainTable=NRLonnSyssel&KortNavnWeb=nr&PLanguage=0&checked=true> [Accessed 28.04 2015].
- Statsbygg. 2015. *Statsbyggs prosjektmodell* [online]. Available at: <http://www.statsbygg.no/Oppgaver/Bygging/Prosjektmodell/> [Accessed 09.03.2015 2015].
- Thomsen, C., Darrington, J., Dunne, D. and Lichtig, W. 2010. Managing integrated project delivery. *White paper of the Construction Management Association of America*.
- Tommelein, I.D. and Ballard, G. 1997. Look-ahead planning: screening and pulling. *Seminário Internacional sobre Lean Construction 2*.

- UiB. 2015. *Metodeleksikon* [online]. Available at: <http://www.ub.uib.no/fag/sv-fag/fellesfag/metlex.htm> [Accessed 27.04 2015].
- WebFinance. 2015. *BusinessDictionary* [online]. Available at: <http://www.businessdictionary.com/definition/value-stream.html> [Accessed 15.03.2015].
- Womack, J.P. and Jones, D.T. 2003. *Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation*. New York: Free Press.
- Yin, R.K. 2013. *Case study research: Design and methods*: Sage publications.
- Zimina, D., Ballard, G. and Pasquire, C. 2012. Target value design: using collaboration and a lean approach to reduce construction cost. *Construction Management and Economics* 30(5) 383-398.
- Østby-Deglum, E., Drevland, F. and Svalestuen, F. 2011. *Prosjekteringsledelse - teoretisk grunnlag*. Trondheim: Tapir Akademiske Forlag.

Del 2 – Vitenskapelig artikkel

LEAN DESIGN VERSUS TRADITIONAL DESIGN APPROACH

Thea S. Munthe-Kaas⁴, Hallgrim Hjelmbrække⁵, Jardar Lohne⁶ and Ola Lædre⁷

ABSTRACT

The purpose of this paper is to determine if lean design can enhance value for the customer in the construction industry based on an examination of the design phase. Recent research from Statistics Norway shows a reduction of 9 % in the Norwegian construction industry's productivity from 1992 to 2012. The paper also discusses if lean design can have an overall positive effect on the productivity. A case study has been carried out, comparing two projects using a qualitative approach. The projects use different methods in the design phase; lean design vs. traditional design approach.

Implementing lean design can increase value for the client. Lean design might enable a productivity growth in the Norwegian construction industry similar to the growth observed until the 1990s. Similarities are found between classic project execution and projects where lean design is implemented, particularly the focus on planning and control. The originality lies in comparison of the recently implemented lean design and the classic project execution model. This permits an in-depth analysis of the novelty and effects of certain lean design features. Lean design seems to have reduced waste in the process, but the total value concept was rarely considered.

KEYWORDS

Value, lean design, productivity, lean construction, waste.

INTRODUCTION

Project management have traditionally been concerned with cost, time and quality when measuring success in a project (Atkinson, 1999; Cooke-Davies, 2002; Hjelmbrække et al., 2014). According to Fewings (2013) time, cost and quality are the three dimensions of control and represent the specific project efficiency factors. He further claims they are managed for the satisfaction of the customer's requirement, but are secondary to the customer's business needs. The prime concern for the project manager in a construction project is rather to create value for the customer.

Recent research from Statistics Norway shows a reduction of 9% of the productivity in the construction industry in Norway over a time period from 1992 to

⁴ M.Sc., Dept. of Civil and Transport Engineering, NTNU - Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway, +47 924 80 494, theasand@stud.ntnu.no

⁵ Research scientist, Dept. of Architectural Design and Management, NTNU - Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway, +47 932 43 142, hallgrim.hjelmbrække@ntnu.no

⁶ Research scientist, Dept. of Civil and Transport Engineering, NTNU - Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway, +47 934 44 930, jardar.lohne@ntnu.no

⁷ Associate Professor, Dept. of Civil and Transport Engineering NTNU - Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway, +47 911 89 938, ola.ladre@ntnu.no

2012 (StatisticsNorway, 2015). The statistics also show an increase in the productivity in the manufacturing industry over the same period of time. Errasti et al. (2007) claim that this increase results from integrated flows and processes in order to create value for the customer. They conclude that the construction industry has a lot to learn from this culture. This might also indicate that the construction industry has great potential for improvement.

In recent years, working methods such as lean construction have been introduced in the Norwegian construction industry. LCI (2015) defines lean construction as a production management based approach to project delivery. They further claim that the reliable release of work between specialists in design, supply and assembly assures value is delivered to the customer and waste is reduced. Emmitt and Ruikar (2013) argue that to ensure that maximum value is created and waste eliminated, the design phase must be managed effectively.

The literature review preceding this paper found a surprisingly small amount of studies devoted to the comparison of traditional and lean design approaches in light of value creation. To fill this knowledge gap, that is, to evaluate if lean assures added value is delivered to the client, it is essential to compare lean to the existing approach.

The study is based a comparative analysis of Bergen Academy of Art and Design (the Academy) and the New Norwegian National Museum of Art, Architecture and Design (the Museum). The Academy implements lean design while the Museum uses a traditional project execution approach. The ambition of this paper is to assess to which extent lean design can enhance value for the customer in the construction industry based on an examination of the design phase. It is examined how the distinctive stakeholders deal with the value specification as an outcome of the architectural competition. In order to address this issue, we attempt to answer the following two research questions.

- What are the characteristics of the two different design approaches?
- What are the advantages of the different approaches?

METHOD

The study leading up to this paper was based on a qualitative research method. A case study approach was chosen, in accordance with the procedures outlined by Yin (2013), examining two major construction projects in Norway. A literature study aiming to identify main features of project planning using lean design principles was carried out. The objective of the analysis was to compare these with design phase principles used in so-called traditional project planning within the Norwegian context. Several scientific databases were searched in order to identify papers bearing on lean design, value, value creation and design approaches to compare traditional and lean design in this context. A document study was executed on both projects. A pilot study of the Academy was conducted in the fall 2014, with three interviews. The pilot study was later used to shape the research questions in this article. The case study of the Museum and the Academy was carried out in the spring 2015. Five semi-structured open-ended interviews were carried out with the project manager in the Museum and senior design managers from the architects and the consultant engineers of both projects. The plan for future research is that this paper forms part of an on-going research of lean projects in the Norwegian context.

THEORETICAL FRAMEWORK

VALUE

The fundamental purpose of a project is to create value for the customer. Not surprisingly, value discussions constitute a major role within lean theory.

Several definitions of value with different perceptions exist. Kelly et al. (2004) define value as function divided by cost. Bowman and Ambrosini (2007) on the other hand look at customer value as consumer surplus. Consumer surplus is defined as when a consumer derives more benefit (monetary value) from the good, than the price they have to pay. In this way it is distinguished between how the customer values the good and the actual price. Emmitt and Ruikar (2013) define value as a measure of the beneficial return gained from the consumption of resources.

Hjelmbrekke and Klakegg (2013) define value creation as a result of human activity. Thyssen et al. (2010) maintain that during the construction project the involvement of different stakeholders will change and also their values and perspectives. Due to the change process and the nature of human behaviour, the change of perspectives will be unpredictable. This makes value management in construction a difficult process. Hjelmbrekke et al. (2014) claim that in a construction project, value can be separated into the project output value and the use value. The project output value is the building measured on cost, time and quality. The use value is the effect of the project output on the core business. It reflects what the client is prepared to pay for the finished product when the various solutions are known. It is essential to consider how the customer evaluates the product to meet their needs (Hjelmbrekke and Klakegg, 2013).

Value and lean

LCI (2015) defines value as what the customer wants from the process. Salvatierra-Garrido and Pasquire (2011) recognise that the lean construction perception of value has, to a great extent, been influenced by lean production as manifested in the manufacture industry.

Koskela (2000) identifies three main causes that decreased value for the project customer: value loss due to poor project management, value loss due to design and value loss due to construction. He further claims that customer requirements can be unclear concepts that need to be addressed through the whole life cycle in the construction project.

Hines et al. (2004) highlights that lean construction has developed from a waste reduction focus to a focus on customer value. They maintain that value for the customer can be increased by reducing internal waste, develop customer value or both.

Emmitt et al. (2005) define value as “*an output of the collective efforts of the parties contributing to the design and construction process; central to all productivity; and providing a comprehensive framework in which to work*”. They separate the perception of value into two conceptual phases: value design and value delivery. In value design it is established and reflected alternatives for conceptual design. By attaining agreements between participants and providing the best design solution, the uncertainty is reduced. In value delivery the chosen design alternative is transformed into a production design. The aim is to deliver the specified product in the best possible way, with minimum waste.

Salvatierra-Garrido et al. (2012) found in their research of the value concept as commonly perceived within the IGLC community, most efforts have mainly been endeavoured to deliver value at project level, where waste reduction and planning and control of construction site activities have been key activities linked to value. Several efforts have endeavoured to fulfil particular customer's requirements. A reason for this might be that it is easier to consider and measure waste in a project that consider value, since value is a complex concept.

The client wishes to both increase the total value and reduce waste. In this paper value is assessed from two different perspectives; increased use value to maximise consumer surplus and increased consumer surplus by reducing waste.

PRODUCTIVITY

Productivity can be defined as a measure of the ratio between produced quantity (output) and input (Forbes and Ahmed, 2011). An increase in the productivity implies that a certain amount of input enables the production of more quantity than earlier. In the construction environment productivity may be represented as the constant-in-place value divided by inputs such as the cost value of labour and materials (Badiru, 2005; Forbes and Ahmed, 2011). Forbes and Ahmed (2011) state that recognizing the need for improvement through productivity measurements, performance improvement over time can be achieved. Oglesby et al. (1989) maintain that traditional construction management tools do not address productivity, mainly just cost overruns and schedule slippage. Forbes and Ahmed (2011) maintain that performance is often measured in terms of completion on time, meeting construction codes and within budget. By just meeting the construction codes, the owner/client satisfaction is rarely considered.

In this paper productivity functions as the constant-in-place value divided by inputs. By reducing waste in the process, an increase in the productivity might be achieved. An increase in the productivity will thus affect the project output value.

DESIGN APPROACHES

Traditional design approach

PMI (2013) identifies tasks for the planning process group to develop a project management plan, plan scope management, collect requirements, define scope, create a Work Breakdown Structure (WBS), define and sequence activities, estimate activity resources and duration, develop schedule, plan cost management, estimate costs, determine budget, plan quality, develop human resource plan, plan communications, plan risk management, identify risk and perform risk analysis, plan risk responses, plan procurements and stakeholders management. According to Wysocki (2014), in traditional planning a central element is the Joint Project Planning Session (JPPS) where stakeholders up front develop the detailed plan. The end result is an agreement on how the project can be accomplished within the specified time frame, budget, resource availabilities, and according to client requirements. The deliverables from the JPPS are WBS, Activity Duration Estimate and Resource Requirements. A Project Network Schedule can be created from the WBS. It defines the sequence in which the project activities should be performed. The output of the activity schedule will be the assignment of specific resources to the project activities.

Lean design

Forbes and Ahmed (2011) maintain that in lean design constructability reviews and value engineering are continually integrated with decision-making. This is achieved with cross-functional design teams that include architects, engineers, contractors, and subcontractors among others. Emmitt et al. (2004) found that through the use of creative workshops, which encourages open communication and knowledge shearing, the project participants claimed that the lean design process was contributory in delivering value and improving productivity.

Fewings (2013) claims that when front-loading the resources in design in order to eliminate waste efficiently in manufacture, success can be obtained. Such front-loading can be achieved by doing the planning ahead and arranging simultaneous working between the design, manufacture and supplier. To have a reliable database of products, systems and components is of importance in order to use learned systems for new products and design. Ballard (2008) highlights that it is central that the customer gets involved early in the process. The customer should be shown different alternatives for realization of their purposes and be helped to understand the effects of their requests.

Different tools often used in lean design are Target Value Design (TVD), Set Based Design (SBD) and Choosing by Advantages (CBA). The Last planner system (LPS) is a collaborative and commitment based planning system. Last planner system is based on the Should-Can-Will-Did principles (Ballard, 2000). According to our understanding, LPS can be divided into four levels of scheduling and planning notably master schedule, phase scheduling, look-ahead planning and weekly work plan (Ballard and Howell, 2003; Ballard, 2000). Learning is a significant part of LPS (Ballard, 1999; Ballard et al., 2003; Ballard, 2000). Reasons for non-completion can be identified through Plan Percent Complete (PPC) (Ballard 2000). PPC measures the percentage of task completed relative to the planned tasks. It is a measure on how well the planning system is working (LCI, 2015).

FINDINGS

There were only considered qualitative data in this comparison, due to the lack of available quantitative data.

Table 1: Overview of the distinctive projects

Facts	The National Museum of Art, Architecture and Design, Oslo	Bergen Academy of Art and Design
Design Approach	Traditional Approach	Pilot project in lean design (detail design)
Cost framework	5.327 billion NOK (01.07.2013)	1.065 billion NOK (01.07.2014)
Volume	Ca. 54,600 m ²	14,500 m ²
Construction start/end	2014/2019	2014/2017
Phase spring 2015	Detail design/construction	Detail design/construction
Client/Owner	Ministry of Culture/Statsbygg	Ministry of Education and Research/Statsbygg

BERGEN ACADEMY OF ART AND DESIGN

In the Academy, the design team consists of the architect Snohetta and the general engineering consultant Ramboll. Statsbygg decided to implement lean design in the detail design phase to improve the process. The design team was given intensive courses to be familiar with lean construction principles, but neither the course holder nor the design team had any experience with lean design. Statsbygg regarded the project as a pilot – and a specific model of how to implement lean design was established. The project was divided into four levels of planning:

- Level 1 it was the project level where there was prepared a Product-Creation-Process (PCP)-plan. This was a static model with sub-processes. The PCP-plan contains few milestones with wide timespans. Responsibility and rolls were defined at a general level.
- Level 2 was the sub-processes of the PCP-plan. An example of a sub-process is the designing. The design plan was divided into parallel and sequential task with milestones. In this level the responsibilities and rolls were distributed.
- Level 3 was a multidisciplinary theme. It described what the product was and when it was needed. One person was responsible for each theme and in charge of “pulling” in the information.
- Level 4 was a disciplinary activity.

Each phase in level 3 comprised a sequence of 14 days workload. The design team had a time-restricted co-location, where owner, consultant engineer and architect were located in the same office three days every 2nd week. The co-location included reserved time for the stakeholders and project team to report what they had done, what the issues were and what information was required. Visual planning was used. Meeting minutes were used sparingly – mainly theme logs with connecting deadlines.

There was a focus in the project to establish lean as a planning culture where mind-set, a course of action, a way of being or an attitude change, were essential aspects. TVD, SBD and CBA were not considered in the project, even though there were used some elements of these.

The breakdown structure in the detail design clarified the distribution of responsibility. This had a positive influence on keeping the right pace and flow in the project. The team kept up with deadlines. The decisions were made in plenary sections with the owner (Statsbygg) as the main responsible. The design team used a common BIM model for quality control and clash detection to obtain zero defects. The common BIM model ensured transparency, which created pull in the project. A good planning process and frontloading resulted in what was regarded as success. There was a mutual agreement that the use of lean methodology resulted in a good team spirit and teamwork. The time-restricted-co-location had a positive effect on collaboration. The introduction of new team members without lean experience resulted in waste due to the lack of adoption of the actual design method.

The mix of fixed price contract to Snohetta and pay by hour in Ramboll had positive effects. Architects focused on decision-making and efficiency and engineers feed resources to keep up with deadlines. The coordination within the team made an extensive utilisation of resources possible.

The design team had a focus on continuous improvement and learning from past experience, including regular assessment of on-going work and methods.

The project manager (PM) observed just minor cost deviation in the first package of tenders from contractors. This indicated that the deliverables of the design held the required quality. This was explained as a consequence of the use of lean methods. The design phase was going to be completed one month ahead of schedule. The PM has experienced that design is often more comprehensive than originally planned. The PM believes the process breakdown into time-restricted activities and focus on the flow in the detail design in the Academy project has contributed to a better product.

One major characteristic of the Academy was the intensive use of resources and knowledge in the design phase. This was expected and believed by the design team, to facilitate a more efficient construction phase with less errors and delays.

It proved impossible to obtain whether the lean process has resulted in a more effective construction phase and if it pays to invest in the design phase at the stage of our inquiry. Until now, the project has not undertaken any measurements regarding performance. The PM believes they have implemented lean in a right way so far. He considers they could probably have made more efforts to succeed, but that becomes a cost/benefit issue.

THE NEW NATIONAL MUSEUM OF ART, ARCHITECTURE AND DESIGN

The Museum project used Statsbygg's project execution model based on traditional project management models. The owner, the consultant engineer and the architect were located at a project office. The designers reported to Statsbygg every month. Originally they worked sequentially, but because of delays they started to work in two parallel plans to meet the project deadlines. The architects, Kleihues + Schuwerk as well as the consultant engineer, Ramboll had a paid-by-hour contract. The architects were organized in a hierarchy, with a few lead architects being responsible for general design. Their main working principle was to have all solutions ready before involving the engineers. The architects and the engineers stand as equal in the project.

The quality level of the planning was perceived to be high. The joint project team follows the main schedule and the functions and tasks of the different team members seem to be clear. To prevent misunderstanding, improve collaboration and encourage integrated solutions, a project office was established. This co-location was not regarded as a contributor to collaboration and value-in-use of the asset.

The architects as well as the engineers experienced that the personal relations within the project team were not optimal. They experienced a lack of an owner "decision maker" involved in the process, due to frequent situations where the design team was not able to get to consensus on an issue, but were still asked to solve it.

Statsbygg had an in-depth user survey in the front-end of the detailing phase, which required several modifications. This survey was initially scheduled to the initial phase, but due to formal problems the survey was postponed. The consequence was redesign in the detailing phase to align the solutions with user needs.

The available time frame for basic design was thought to be too limited. This resulted in what was regarded as superficial design, which in turn led to a need for an extensive rework and redesign in the detailing phase.

The consultant engineer experienced that the stakeholders in the project were not learning from experience and incidents earlier in the project. It was regarded as a general problem to provide the project with the required resources and competence, due to owner budget constraint as well as shortages in the project teams. From experience, in projects of this size, involved parties should have an organisational

capability of at any time supporting the project with the required resources to ensure quality of deliverables as well as being within the time schedule.

DISCUSSION

Table 2: Advantages of the different approaches

Project	Advantages
Bergen Academy of Art and Design	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dividing the project into levels and sequence of work loads 2. Good planning process, front-loading and high focus on the design phase in terms of available resources and time relative to project size 3. Team spirit, good team work and collaboration 4. The mix of fixed price contract and paid by the hour 5. Clear responsibility distribution and with owner decision-maker 6. Transparency, working in an common BIM model 7. Focus on learning from mistakes and continuous improvement
The National Museum of Art, Architecture and Design	<ol style="list-style-type: none"> 1. Measuring project performance 2. No need for education and comprehension of the project execution model and the used terminology to new project participants

The Academy project was characterised by clear distribution of responsibility, front-loading and focus on planning. This has resulted in flow in the process and quality of the design. The team members had the ability to make decisions in accordance with the requirements and keep up the project pace. As a result, the project kept up with deadlines, completed the design phase earlier than expected and was able to avoid delays. Visual planning, co-location and common BIM model contributed to transparency. This resulted in a common understanding of all stakeholder's objectives and superior collaboration.

In the Museum there were observed several conflicts between engineers and architects regarding design. The lack of a visible project governance and leadership was frequently mentioned as a problem. There was a general perception that more resources should have been deployed in the initial phases to avoid waste as a consequence of rework and redesign. In the Academy on the other hand, the stakeholders have been pleased with the amount of resources.

The Museum uses some of the same elements as in the Academy, such as having a project office. The collaboration in the Academy was perceived as very good, but not as good in the Museum. The lean approach and the collaboration to meet the project objectives appear to have given an improved process. The fact that the Museum was a lot larger and complicated project might be a source of error in the comparison.

The Museum and the Academy were both working on increasing productivity, with the idea that improved productivity would result in increased benefits for the client. The main driver of productivity was identified as early and good planning. Stakeholders in both projects were of the opinion that better planning and design should increase the performance – which in the end should deliver increased value. It seems that the Academy project to a grater extent has succeed at this.

Lean in the Academy was considered to contribute to increased value creation through increased transparency, resulting in a better realization of the participants' primary objectives and better collaboration. Lean design has created value by increasing the probability of completing the project within time, cost and quality through better planning. Use of more resources in detail design reduces waste in the design and was believed to reduce waste under construction. The involvement of the users was as in the traditional approach. It is notable that there was no increased attention on value creation regarding total monetary value for the client – but mainly a waste reduction focus.

CONCLUSIONS AND FUTURE RESEARCH

It is hard to generalize the findings when the study is based on design approaches in only two projects. In this case lean design seems to have reduced waste in the Academy due to the focus on process, collaboration and planning. This is noticed as promising because it might increase in the consciousness around excellent processes and planning. The total value concept (as defined in this paper) was rarely considered. A reason for this might be that lean design was first introduced into the project in detail design. In future projects using lean design, there is a potential to have more focus on total value by implementing lean design from the very beginning and also consider to implement tools like TVD, CBA and SBD.

Further research in this context should focus on delivered value, ex-post assessment of use value and benefits. This may give a broader understanding of advantages and disadvantages of lean design vs. a traditional approach.

REFERENCES

- Atkinson, R. 1999. Project management: cost, time and quality, two best guesses and a phenomenon, its time to accept other success criteria. *International Journal of Project Management* 17(6) 337-342.
- Badiru, A.B. 2005. *Handbook of industrial and systems engineering*: CRC Press.
- Ballard, G. 1999. Can pull techniques be used in design management? *CIB REPORT* 149-160.
- Ballard, G. 2008. The lean project delivery system: An update. *Lean Construction Journal* 2008 1-19.
- Ballard, G., Harper, N. and Zabelle, T. 2003. Learning to see work flow: An application of lean concepts to precast concrete fabrication. *Engineering, Construction and Architectural Management* 10(1) 6-14.
- Ballard, G. and Howell, G.A. 2003. An update on last planner1. Proc., 11th Annual Conf., International Group for Lean Construction, Blacksburg, VA.
- Ballard, H.G. 2000. The last planner system of production control. The University of Birmingham.
- Bowman, C. and Ambrosini, V. 2007. Firm value creation and levels of strategy. *Management Decision* 45(3) 360-371.
- Cooke-Davies, T. 2002. The “real” success factors on projects. *International Journal of Project Management* 20(3) 185-190.
- Emmitt, S. and Ruikar, K. 2013. *Collaborative Design Management*. Hoboken: Taylor and Francis.

- Emmitt, S., Sander, D. and Christoffersen, A.K. 2004. Implementing value through lean design management. Proceedings of the 12th International Conference.
- Emmitt, S., Sander, D. and Christoffersen, A.K. 2005. The value universe: defining a value based approach to lean construction. 13th International Group for Lean Construction Conference: Proceedings, International Group on Lean Construction.
- Errasti, A., Beach, R., Oyarbide, A. and Santos, J. 2007. A process for developing partnerships with subcontractors in the construction industry: an empirical study. *International Journal of Project Management* 25(3) 250-256.
- Fewings, P. 2013. *Construction project management: an integrated approach*. London: Routledge.
- Forbes, L.H. and Ahmed, S.M. 2011. *Modern construction: lean project delivery and integrated practices*. Boca Raton: CRC Press.
- Hines, P., Holweg, M. and Rich, N. 2004. Learning to evolve: a review of contemporary lean thinking. *International Journal of Operations & Production Management* 24(10) 994-1011.
- Hjelmbrekke, H. and Klakegg, O.J. 2013. The New Common Ground: Understanding Value. 7th Nordic Conference on Construction Economics and Organization, Akademika forlag.
- Hjelmbrekke, H., Lædre, O. and Lohne, J. 2014. The need for a project governance body. *International Journal of Managing Projects in Business* 7(4) 661-677.
- Kelly, J., Male, S. and Graham, D. 2004. *Value management of construction projects*. Oxford: Blackwell Science.
- Koskela, L. 2000. *An exploration towards a production theory and its application to construction*: VTT Technical Research Centre of Finland.
- LCI. 2015. *What is lean design and construction?* [online]: Lean Construction Institute. Available at: <http://www.leanconstruction.org/about-us/what-is-lean-construction/> [Accessed 27.04.2015].
- Oglesby, C.H., Parker, H.W. and Howell, G.A. 1989. *Productivity improvement in construction*: McGraw-Hill College.
- PMI 2013. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)*: Project Management Institute, Incorporated.
- Salvatierra-Garrido, J. and Pasquire, C. 2011. Value theory in lean construction. *Journal of Financial Management of Property and Construction* 16(1) 8-18.
- Salvatierra-Garrido, J., Pasquire, C. and Miron, L. 2012. Exploring value concept through the iglc community: Nineteen years of experience. Proceedings for the 20th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, San Diego, CA.
- StatisticsNorway. 2015. *Årlig Nasjonalregnskap* [online]. Available at: <https://www.ssb.no/statistikkbanken/SelectVarVal/Define.asp?MainTable=NRLonNysssel&KortNavnWeb=nr&PLanguage=0&checked=true> [Accessed 28.04 2015].
- Thyssen, M.H., Emmitt, S., Bonke, S. and Kirk-Christoffersen, A. 2010. Facilitating Client Value Creation in the Conceptual Design Phase of Construction Projects: A Workshop Approach. *Architectural Engineering and Design Management* 6(1) 18-30.
- Wysocki, R.K. 2014. *Effective project management: traditional, agile, extreme*. Indianapolis, Ind.: Wiley.
- Yin, R.K. 2013. *Case study research: Design and methods*: Sage publications.

Del 3 – Vedlegg

VEDLEGG 1 – A3 RAPPORT

LEAN DESIGN VERSUS TRADITIONAL DESIGN APPROACH

Thea S. Munthe-Kaas M.Sc., Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway
Hallgrim Hjelmbrække, Research scientist, Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway

Jardar Lohne, Research scientist, Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway

Ola Lædre, Associate Professor, Norwegian University Science and Technology, Trondheim, Norway,

I. Background

- The prime concern for the project manager in a construction project is to create value for the client.
- 9% reduction of the productivity in the Norwegian construction industry over a time period from 1992 to 2012.
- Working methods like lean construction have been introduced in the Norwegian construction industry.
- Lean construction can be defined as a production management based approach to project delivery. They further claim that the reliable release of work between specialists in design, supply and assembly assures value is delivered to the customer and waste is reduced. To ensure that maximum value is created and waste eliminated, the design phase must be managed effectively.
- In the article value is assessed from two different perspectives; increase use value to maximise consumer surplus and increase consumer surplus by reducing waste. Productivity functions as the constant-in-place value divided by inputs. By reducing waste in the process, an increase in the productivity might be achieved. An increase in the productivity will thus affect the project output value.

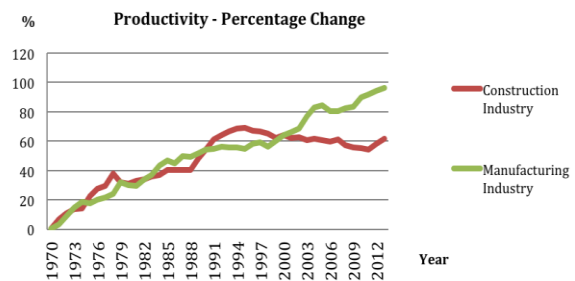


Figure 1, Productivity development in Norway.
Source: Statistic Norway.

II. Current conditions

The literature review preceding this paper found a surprisingly small amount of studies devoted to the comparison of traditional and lean design approaches in light of value creation. To fill this knowledge gap, that is, to evaluate if lean actually assures added value is delivered to the customer, it is essential to compare lean to the existing approach.

The study is based a comparative analysis of Bergen Academy of Art and Design and the New Norwegian National Museum of Art, Architecture and Design. The academy implements lean design in the detail design while the latter uses a traditional project execution approach.

III. Working hypotheses

- *Lean design can enhance value for the client in construction projects through reduction of internal waste combined with increasing the use value.*

IV. Research Method

- Based on case studies of two major construction projects in Norway
- Qualitative approach
- Literature study, documentation study, pilot study of the Academy with three interviews and the case studies with five semi structured open-ended interviews.



Figure 1: The New Norwegian National Museum of Art, Architecture and Design



Figure 2: Bergen Academy of Art and Design

V. Research Findings

Table 1: Advantages of the different approaches

Project	Advantages
Bergen Academy of Art and Design	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dividing the project into levels and sequence of work loads 2. Good planning process, front-loading and high focus on the design phase in terms of available resources and time relative to project size 3. Team spirit, good team work and collaboration 4. The mix of fixed price contract and paid by the hour 5. Clear responsibility distribution and with owner decision-maker 6. Transparency, working in a common BIM model 7. Focus on learning from mistakes and continuous improvement
The National Museum of Art, Architecture and Design	<ol style="list-style-type: none"> 1. Measuring project performance 2. No need for education and comprehension of the project execution model and the used terminology to new project participants

VI. Conclusions and further research

It is hard to generalize the findings when the study is based on design approaches in only two projects. In this case lean design seems to have reduced waste in the Academy due to the focus on process, collaboration and planning. This is noticed as promising because it might increase in the consciousness around excellent processes and planning. The total value concept (as defined in this paper) where rarely considered. A reason for this might be that lean design was first introduced into the project in detail design. In future project using lean design, there is a potential to have more focus on the total value by implementing lean design from the very beginning and also consider to implement tools like TVD, CBA and SBD.

Further research in this context should focus on delivered value, ex-post assessment of use value and benefits. This may give a broader understanding of advantages and disadvantages of lean design vs. a traditional approach.

VEDLEGG 2 - INTERVJUGUIDE

Intervjuguide til KHiB og Nasjonalmuseet

- Hva er din rolle i prosjektet?
- Hva er din bakgrunn?
 - a. Erfaring generelt?
 - b. Erfaring med Lean?

Hvordan ble prosjekteringsfasen (skisseprosjektering og detaljprosjektering) utført?:

- Forklar prosjekteringsprosessen?
 1. Hvordan ble prosjekteringen gjennomført?
 - a. Hvordan er nedbrytingen av prosjektet?
 - Hvilke aktører er med i skisseprosjekt og detaljprosjekt og hvilken rolle (ansvar) har de?
 - a. Bruker, eier, arkitekt, rådgivende?
 - b. Til hvilken tid kommer de forskjellige aktørene inn i prosjektet?
 - c. Hvor mye er de forskjellige aktørene involvert i prosessen?
 - d. Hvordan foregår kommunikasjonene innad i prosjektet?
- Hva er karakteristisk arbeidsmetode?
- 7. Hva legges vekt på i prosessen?
- 8. Hvor og hvor ofte holdes møtene?
- 9. Hvem deltar på møtene?
- 10. Hvilke verktøy brukes? (Pull planning, frontloading, visual planning, wbs, ktr, BIM)
- Hva karakteriserer suksess i dette prosjektet?
 - a. Hva vil suksess i dette prosjektet si for deg?
 - b. Hvordan går dere frem for å oppnå suksess?
- Hvordan måles suksess i prosjektet?
- Vil du karakterisere dette prosjektet som en suksess hittil?
- Hvordan måles produktivitet i prosjektet? (ppc?)

Styrker og svakheter med valgt prosjekteringsmetode, hva fungerer bra og hva fungerer dårlig?

- Hva har fungert bra og hva har fungert dårlig?
 - a. hva kunne ha blitt gjort annerledes?
 - b. Hva er styrkene og hva er svakhetene med brukt metode?
- I hvilken grad tilfredsstillter man verdiskaping for kunden (eier og bruker)?

KHiB: Hvilke endringer kan gjøres for å øke styrkene ved bruk av lean i prosjektering?

- På hvilken måte kunne prosessen blitt forbedret?
- I et fremtidig perspektiv hva kunne blitt gjort slik at verdiskapingen for kunden i prosjektet øker og/eller prosjektet blir mer produktivt?

VEDLEGG 3 – ENDRINGER I ARTIKKELEN ETTER TILBAKEMELDING FRA IGLC

Review 1	Changes
<p>Define the purpose of the paper according to the results that are presented in the findings. In this sense the two researches questions appear to be more in accordance with the method and the results presented in the paper.</p>	<p><i>“The purpose of this paper is to assess to which extent lean design can enhance value for the customer in the construction industry based on an examination of the design phase. It also discusses if this can have an overall positive effect on the productivity”</i></p> <p>was changed to:</p> <p><i>“The purpose of this paper is to determine if lean design can enhance value for the customer in the construction industry based on an examination of the design phase.(...) The paper also discusses if lean design can have an overall positive effect on the productivity.”</i></p> <p>And there are further specified in the introduction that:</p> <p><i>“The ambition of this paper is to assess to which extent lean design can enhance value for the customer in the construction industry based on an examination of the design phase. It is examined how the distinctive stakeholders deal with the value specification as an outcome of the architectural competition.”</i></p>
<p>Clearly define the concept of value used for the assessment and comparison of the two projects (or indicate the assessment of customer value for future work including the possibility to continue this research).</p>	<p>Added: p.4 <i>“In this paper value is assessed from two different perspectives; increased use value to maximise consumer surplus and increased consumer surplus by reducing waste.”</i></p>
<p>Clearly define the relationship between productivity and value generation for the customer (or indicate this necessity for future work).</p>	<p>Added: p.4 <i>“In this paper productivity functions as the constant-in-place value divided by inputs. By reducing waste in the process, an increase in the productivity might be achieved. An increase in the productivity will thus affect the project output value.”</i></p>
<p>Consider the possibility to present the results of assessments of both projects, advantages and disadvantages, in a table. This could make the comparison between the two projects more precise. Additionally, this would represent an opportunity to show how each of these projects moved closer or away from deliver value for the customer (this would require that the customer value is clearly presented before).</p>	<p style="text-align: center;">Table 2: <i>“Advantages of the different approaches”</i> are added to the article p. 8.</p>

Review 2	Changes
<p>This phrase in the conclusions is hard to read: "The Museum and the Academy are both working with increasing the productivity, shearing the idea that improved productivity will result in increased benefits."</p>	<p>Changed the sentence to "<i>The Museum and the Academy were both working on increasing productivity, with the idea that improved productivity would result in increased benefits for the client.</i>" and the sentence is moved up to the discussion.</p>
<p>Is there any measurable difference between the two projects?</p>	<p>No. Sentence added p. 5: "<i>There were only considered qualitative data in the comparison due to the lack of available quantitative data.</i>"</p>
<p>What are the plans for future research? Are you going to keep track of these projects until the end of construction and commissioning?</p>	<p>Sentence added into the method: "<i>The plan for future research is that this paper forms part of an on-going research of lean projects in the Norwegian context.</i>"</p> <p>And at the last page: "<i>Further research in this context should focus on delivered value, ex-post assessment of use value and benefits. This may give a broader understanding of advantages and disadvantages of lean design vs. a traditional approach.</i>"</p>
<p>It is not clear to me which lean tools were used in the Academy. Did they use TVD, SBD or CBA during the design?</p>	<p>Added in the findings: "<i>TVD, SBD and CBA were not considered in the project, even though there are used some elements of these.</i>"</p> <p>Added in the conclusion "<i>In future project using lean design, there is a potential to have more focus on total value by implementing lean design from the very beginning and also consider to implement tools like TVD, CBA and SBD.</i>"</p>
<p>How were decisions made in the Academy?</p>	<p>Added p. 6: "<i>The decisions were made in plenary sections with the owner (Statsbygg) as the main responsible.</i>"</p>

VEDLEGG 4 – MASTERKONTRAKT



MASTERKONTRAKT

- uttak av masteroppgave

1. Studentens personalia

Etternavn, fornavn Munthe-Kaas, Thea Sandnes	Fødselsdato 05. feb 1990
E-post thea.munthe kaas@gmail.com	Telefon 92480494

2. Studieopplysninger

Fakultet Fakultet for ingeniørvitenskap og teknologi	
Institutt Institutt for bygg, anlegg og transport	
Studieprogram Bygg- og miljøteknikk	Studieretning Prosjektledelse

3. Masteroppgave

Oppstartsdato 17. jan 2015	Innleveringsfrist 10. jun 2015
Oppgavens (foreløpige) tittel Value creation and lean design	
Oppgavetekst/Problembeskrivelse Background – Recent research from Statistics Norway shows a reduction of 9% of the productivity in the construction industry in Norway from 1992 to 2012. Purpose – The purpose of this paper is to assess to which extent lean design can enhance value for the customer in the construction industry based on an examination of the design phase. It also discusses if this can have an overall positive effect on the productivity. Design/methodology/approach – A study is carried out, comparing projects from 1990 and 2014, using a qualitative approach. The latter use lean design. Findings – Implementing lean design clearly increases value for the client. Lean design might enable a productivity growth in the Norwegian construction industry similar to the growth observed until the 1990s. Similarities are found between classic project execution and project where lean design is implemented, particularly the focus on planning and control. Originality/value – The originality lies in comparison of the recently implemented lean design and the classic project execution model in the early 1990's. This permits for an in-depth analysis of the novelty and effects of certain lean design features. ...	
Hovedveileder ved institutt Førsteamanuensis Ola Lædre	Medveileder(e) ved institutt Hallgrim Hjelmbrække, Jardar Lohne
Merknader 1 uke ekstra p.g.a påske.	

4. Underskrift

Student: Jeg erklærer herved at jeg har satt meg inn i gjeldende bestemmelser for mastergradsstudiet og at jeg oppfyller kravene for adgang til å påbegynne oppgaven, herunder eventuelle praksiskrav.

Partene er gjort kjent med avtalens vilkår, samt kapitlene i studiehåndboken om generelle regler og aktuell studieplan for masterstudiet.

Trondheim, 15. 01. 15
.....
Sted og dato

Thomas Munttholten
.....
Student

Olav Aadne
.....
Hovedveileder

Originalen lagres i NTNUs elektroniske arkiv. Kopi av avtalen sendes til instituttet og studenten.